



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

**ČASOVÁ NÁROČNOST VÝSTAVBY STAVEBNÍHO
OBJEKTU**

TIME REQUIREMENTS OF CONSTRUCTION OF A BUILDING OBJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Procházka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR AIGEL, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607R038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jan Procházka
Název	Časová náročnost výstavby stavebního objektu
Vedoucí práce	Ing. Petr Aigel, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Tichá, Marková, Puchýř: Ceny ve stavebnictví I, URS sro Brno, 1999
2. Tichá, Marková, Vystavil: Ceny ve stavebnictví II-vzorový rozpočet, URS sro Brno, 2000
3. Tichá A., Marková L., Puchýř B., Bočková K.: Costing and pricing in civil engineering, VUT FAST, CERM, s.r.o, 2002

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem práce je posouzení časové náročnosti výstavby stavebního objektu

1. Měření času
2. Mostní konstrukce
3. Metodický popis řešené problematiky
4. Posouzení časové náročnosti výstavby stavebního objektu

Výstupem práce je analýza časové náročnosti výstavby stavebního objektu

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Petr Aigel, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tématem bakalářské práce je *Časová náročnost výstavby stavebního objektu*. Cílem práce je provést analýzu časové náročnosti výstavby stavebního objektu. Práce se zaměřuje na železobetonové mostní konstrukce rámového typu. První část popisuje jednotlivé technologie výstavby a konstrukční druhy mostních konstrukcí. Druhá část práce se zabývá stanovením ukazatelů časové náročnosti výstavby. Jednotlivé ukazatele jsou vztaženy na plochu i objem mostního objektu a dále je v práci analyzováno tempo výstavby jednotlivých částí mostu.

KLÍČOVÁ SLOVA

mostní konstrukce, časová náročnost, časové ukazatele, tempo výstavby, ukazatel, most

ABSTRACT

The topic of this bachelor thesis is *Time requirements of building construction*. The aim of this work is to analyze the time consuming construction of the building. The work is focused on reinforced concrete bridge frame structures. The first part describes the technology of construction and structural types of bridges. The second part of the thesis deals with the determination of the construction time indicators. The individual indicators are related to the area and volume of the bridge structure, and the pace of construction of the individual parts of the bridge is analyzed.

KEY WORDS

bridge construction, time requirement, time indicators, pace of construction, indicator, bridge

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Jan Procházka *Časová náročnost výstavby stavebního objektu*. Brno, 2019. 62 s., 7 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Petr Aigel, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Časová náročnost výstavby stavebního objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 5. 2019

Jan Procházka

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Časová náročnost výstavby stavebního objektu* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2019

Jan Procházka

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Petru Aigelovi Ph.D. za jeho vstřícný přístup a cenné rady a připomínky k mé práci. Dále bych chtěl poděkovat Liboru Janečkovi za poskytnutí podkladů pro mou práci a jeho rady a pomoc v oblasti výstavby mostních objektů.

OBSAH

ÚVOD	10
1 MĚŘENÍ ČASU	11
1.1 PŘÍMÉ MĚŘENÍ	11
1.2 NEPŘÍMÉ MĚŘENÍ	12
1.3 TYPY MĚŘIDEL	12
2 NORMOVÁNÍ SPOTŘEBY ČASU	14
2.1 ROZBOROVÉ METODY	14
2.2 SOUHRNNÉ METODY	15
3 FORMY ČASOVÝCH PLÁNŮ	17
3.1 TERMÍNOVÁ LISTINA	17
3.2 ŘÁDKOVÝ HARMONOGRAM	17
3.3 ČASOPROSTOROVÝ GRAF	18
3.4 SÍŤOVÝ GRAF	19
4 MOSTNÍ KONSTRUKCE	20
4.1 DEFINICE MOSTU	20
4.2 MOSTNÍ NÁZVOSLOVÍ	20
4.3 SPECIFIKACE MOSTU	22
4.4 TYPY MOSTŮ	24
4.5 DRUHY KONSTRUKČNÍCH SYSTÉMŮ MOSTŮ	25
4.6 TECHNOLOGIE VÝSTAVBY	28
5 SYSTÉM HOSPODAŘENÍ S MOSTY V ČR	31
5.1 BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM	31
5.2 OZNAČENÍ MOSTNÍCH OBJEKTŮ NA PK	32
5.3 MOSTNÍ LIST	33
6 PŘÍČINY NEDODRŽENÍ STANOVENÝCH TERMÍNŮ	35
6.1 RIZIKA SPOJENÁ S DODÁVKOU STAVBY	35
6.2 RIZIKA SPOJENÁ S KLIMATICKÝMI VLIVY	36
6.3 RIZIKA PROVÁDĚNÍ PROJEKTU	36
7 METODIKA STANOVENÍ UKAZATELŮ	37

7.1	STANOVENÍ UKAZATELŮ VZTAŽENÝCH NA PLOCHU MOSTNÍ KONSTRUKCE.....	38
7.2	STANOVENÍ TEMPA VÝSTAVBY JEDNOTLIVÝCH STAVEBNÍCH ČÁSTÍ.....	40
7.3	STANOVENÍ UKAZATELE POTŘEBY ČASU NA OBJEM KONSTRUKCE U_{OK}	42
8	POSOUZENÍ ČASOVÉ NÁROČNOSTI VÝSTAVBY	44
8.1	VÝPOČET UKAZATELŮ VZTAŽENÝCH NA PLOCHU MOSTNÍ KONSTRUKCE	44
8.2	VYHODNOCENÍ UKAZATELŮ VZTAŽENÝCH NA PLOCHU MOSTNÍ KONSTRUKCE	45
8.3	VÝPOČET TEMPA VÝSTAVBY JEDNOTLIVÝCH STAVEBNÍCH ČÁSTÍ	48
8.4	VYHODNOCENÍ TEMPA VÝSTAVBY JEDNOTLIVÝCH STAVEBNÍCH ČÁSTÍ	50
8.5	VÝPOČET UKAZATELE POTŘEBY ČASU NA OBJEM KONSTRUKCE U_{OK}	54
8.6	VYHODNOCENÍ UKAZATELE POTŘEBY ČASU NA OBJEM KONSTRUKCE U_{OK}	55
	ZÁVĚR	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
	SEZNAM TABULEK.....	61
	SEZNAM ZKRATEK.....	62

ÚVOD

Téma bakalářské práce je *Časová náročnost výstavby stavebního objektu*. Cílem práce je provést posouzení časové náročnosti výstavby stavebního objektu a její analýzu. Dále se také práce zabývá identifikováním nejvíce časově náročných konstrukcí. Práce se zaměřuje na železobetonové monolitické mostní konstrukce rámového typu.

První část bakalářské práce se zabývá především na mostními konstrukcemi, kde jsou detailně popsány jednotlivé části mostní konstrukce, mostní názvosloví druhy a způsoby výstavby mostních konstrukcí. Dále zde lze také nalézt zmínku o systému hospodaření s mosty v ČR. V této části jsou také popsány metody normování času, způsoby měření času a formy časového plánování projektů.

V druhé části se práce zabývá nejdříve určením metodiky pro stanovení časové náročnosti výstavby a poté tuto metodiku využívá pro stanovení ukazatelů časové náročnosti, které popisují problematiku časové náročnosti v několika rovinách. Jednotlivé ukazatele jsou vztaženy na plochu i objem mostního objektu. Část práce se také zabývá stanovením tempa výstavby jednotlivých stavebních konstrukcí a dále je zde proveden rozbor celého stavebního objektu na jednotlivé dílčí stavební části se snahou pochopit hlavní činitele časové náročnosti a identifikovat stavební konstrukce s největší časovou náročností.

Tyto získané ukazatele mohou využít investoři i stavební firmy zabývající se výstavbou mostních objektů pro plánování doby výstavby a zdrojů.

1 MĚŘENÍ ČASU

Měření času práce slouží především ke stanovení normy spotřeby času co nejvíce objektivním způsobem. Jedná se o poměrně nenáročnou metodu, jak zefektivnit proces realizace projektu a zabránit zbytečnému plýtvání lidských zdrojů. Měření času je také prvním krokem ke standardizaci.

Takto stanovené normy spotřeby času firmy využívají pro plánování doby výstavby a tvorbě harmonogramů pro další výstavbové projekty, které budou realizovány. Vzhledem k neustálému nárůstu mezd výrobních pracovníků je optimální plánování lidských i časových zdrojů zakázky v dnešní době velmi podstatné a má vliv na celkovou cenu celého díla.

1.1 Přímé měření

Při použití metody přímého měření dochází ke stanovení spotřeby času pomocí měřicí techniky a potřebných formulářů. Normovač je přítomen u právě probíhající činnosti a zaznamenává jednotlivé úkony a měří jejich časy. Nevýhodou je, že pro mnoho pracovníků může být přítomnost normovače velmi stresující a ovlivňuje jejich výkon.

Podle toho, zda probíhá měření času celé činnosti nebo dochází k sledování pouze jednoho dělníka, se metody rozlišují na:

1.1.1 Chronometráž

Chronometráž slouží k zaznamenávání a měření časů pro celou operaci u cyklického způsobu práce. Jedná se o nejpoužívanější metody pro určení výkonové normy. Při zjištění potřeby času na celou pracovní operaci lze následně stanovit normy spotřeby času vztaženou na konkrétní měrnou jednotku např. zdění cihelného zdiva na 1 m³. Celá operace se rozdělí na několik dílčích úseků, díky čemuž lze definovat problematické úkony a je možné balancovat operaci pomocí přesunu úkolů mezi pracovníky. Spotřeba jednotlivých časů se zaznamenává do formuláře pro chronometráž. Cílem je detailně rozebrat a zlepšit organizaci práce daných činností a získat přesné údaje o spotřebě času. Tyto naměřené údaje se dále využívají pro tvorbu norem a normativů časů. [1], [2]

1.1.2 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne se využívá pro změření a záznam času u necyklického způsobu provádění práce. Dochází k sledování pracovníka nebo skupiny a evidenci všech jeho činností, zaznamenávají se i veškeré pauzy a prostoje, které pracovník během dne má. Měření probíhá celý pracovní den. Normovač pozoruje pracovníka při jeho práci a provádí záznam činností a délku trvání jednotlivých činností do formuláře, takzvaného pozorovacího listu. Úkolem snímku pracovního dne je také sledovat organizaci na pracovišti a zlepšovat ji. [1], [2]

1.2 Nepřímé měření

Způsob nepřímého měření času spočívá v rozboru jednotlivých úkonů na základní pohyby, pro které je poté přiřazen index náročnosti, který vychází z množství spotřebovaného času při provedení daného úkonu. Tento způsob stanovení spotřeby času se využívá pro dlouhodobě se opakující činnosti. [2]

1.3 Typy měřidel

Pro zaznamenávání a měření potřeby času na jednotlivé pracovní činnosti pracovníka nebo stroje se využívají různé časoměrné zařízení. Mezi nejpoužívanější zařízení pro měření času patří:

Hodinky s vteřinovou ručičkou – využívají se pro měření činností s přesností na minuty, případně na desítky sekund

Stopky – lze je využít při měření činností, které vyžadují přesnost měření na minuty nebo jednotky sekund. Oproti hodinkám umožňují přerušování měření času a následné pokračování v měření.

Magnetofon – použití magnetofonu se využívá pro měření činností, které se provádějí na odlišných pracovních místech. Je nutné, aby pracovník vždy na záznam uvedl popis činnosti a její začátek a konec.

Filmová kamera – tento způsob měření se využívá v případě, že se analýza činnosti provádí mimo vlastní dobu měření práce. Prováděná činnost se natočí pomocí kamery a poté se ze záznamu následně vyhodnocuje. [3]

2 NORMOVÁNÍ SPOTŘEBY ČASU

Normování spotřeby času spočívá v měření a registrování spotřeby času práce při všemožných lidských činnostech ve stavební výrobě. Mezi hlavní přínosy normování spotřeby času práce patří aktualizace a zpřesňování norem spotřeby času, díky kterým lze značně zefektivnit veškeré činnosti nejen při výstavbě. Normy času lze využít především pro plánování výstavby, kalkulaci ceny díla a pro odměňování pracovníků. Způsoby měření a zaznamenávání času se obecně nazývají snímkovací metody. Rozdělují se na rozborové a souhrnné metody. [1]

2.1 Rozborové metody

Rozborové (analytické) metody stanovení normy času spočívá v tom, že dochází nejdříve k rozboru normované práce nebo jednotlivé operace na samostatné dílčí úseky a následně se určí čas těchto složek a čas obecně nutných přestávek. Z těchto získaných časů se stanoví norma času na jednotlivou jednotku pracovního úkolu. Tento druh normy času je technicky zdůvodnitelný.

2.1.1 *Rozborově výpočtová*

Při použití rozborově výpočtové metody dochází k rozboru celé pracovní operace na její jednotlivé složky a stanovení normy času podle již dříve získaných normativů času. Výhodou použití této metody je, že umožňuje stanovit rychleji a snadněji normu času v porovnání s ostatními rozborovými metodami. Tato metoda je pozitivní pro všechny typy výroby nebo činností, jedinou podmínkou pro její využití je nutnost existence normativů času pro danou činnost.

2.1.2 *Rozborově chronometrážní*

Tato metoda používá pro stanovení časů jednotlivých operací nejen normativy, ale také chronometráž (viz kapitola chronometráž). V případě, že neexistují normativy času pro danou operaci, vychází stanovení normativu času pouze z chronometráže. Výhodou této metody je důkladný rozbor a zkoumání dané činnosti a umožňuje se zaměřit na specifické

podmínky daného pracoviště. Postup stanovení normy času je pak shodný s výpočtovou metodou.

2.1.3 Rozborově porovnávací

Tato metoda se využívá u operací se složitějším pracovním postupem a tvarově nebo technologicky podobných výrobků nebo konstrukcí. Podstata rozborově porovnávací metody spočívá v tom, že se určí časy pro jednotlivé části operace. Tyto časy se následně porovnávají s časy, které byly potřebné pro vytvoření podobných výrobků různých velikostí, pro které již byla určena norma času pomocí rozborové metody. Pro zrychlení výpočtu normy času se jednotlivé složky operace mohou slučovat do speciálních normativů, které zohledňují daný pracovní postup. Tyto normativy se označují jako typové normy. [4]

2.2 Souhrnné metody

Podstata souhrnných metod spočívá v tom, že dochází ke stanovení času normy celkovou hodnotou doby trvání bez podrobného rozboru práce nebo jednotlivé operace na jednotlivé části. Nedochozí tedy ke stanovení časových normativů jednotlivých částí a chybí rozbor, jestli je pracovní postup technicky výhodný. Z tohoto důvodu se souhrnné normy označují jako technicky nezdůvodnitelné. Využívají se pro přechodné a neustálené práce a výrobu. [5]

Zde jsou popsány jednotlivé souhrnné metody využívané pro stanovení normy času.

2.2.1 Metoda sumárních empirických vzorců

Tato metoda se využívá pro výrobu kusového nebo malosériového typu. Vyjadřuje závislost jednotkového času na hlavním činiteli doby trvání pomocí vzorce. Norma času je vypočítána jako součin hlavního činitele trvání času a součinitele pro tvarovou složitost.

2.2.2 Metoda sumárně porovnávací

Při použití sumárně porovnávací metody se určuje čas normy jako celek, na rozdíl od rozborově porovnávací metody. Pro stanovení normy času se pracovní činnosti, pro které

se stanovuje norma času, porovnávají s technologicky a konstrukčně podobnými pracovními činnostmi, pro které již byla norma času vytvořena.

2.2.3 Metoda statistická

Při stanovení normy času touto metodou se vychází z již evidovaných výkonů, které byly prováděny na určitých činnostech v minulosti. Z těchto činností se vytvoří statistika. Tuto metodu je možné využít jen pro technologicky a konstrukčně podobné činnosti.

2.2.4 Metoda sumárního odhadu

Jedná se o nejjednodušší způsob, jak stanovit normu času pro jakoukoliv činnost. Tato metoda vychází z osobních zkušeností a odhadnutí normy času. Při odhadování ale vzniká riziko nesprávného odhadu. Nevýhodou sumárního odhadu je to, že vychází pouze z předchozích zkušeností s prováděním normované činnosti, kde mohou být zahrnuty nedostatky při provádění práce, a ne z toho, jak by se daná operace měla provádět.

2.2.5 Sumární měření spotřeby času

Při sumárním měření spotřeby času se vychází z měření spotřeby času dané činnosti pomocí hodinek nebo stopek. Avšak nedochází k rozboru činnosti a zjištění času jednotlivých dílčích částí normované činnosti. [4]

3 FORMY ČASOVÝCH PLÁNŮ

Při sestavování časových plánů projektu můžeme využít mnoho metod. Použití určité metody časového plánu závisí především na velikosti a složitosti projektu. Veškeré formy časových plánů nemusí sloužit jen pro výstavbové projekty, ale lze je využít pro realizaci investičních akcí nebo činností v běžném životě. Zde jsou popsány základní druhy časových plánů, seřazené podle jejich složitosti a komplexnosti.



3.1 Termínová listina

Jedná se o nejjednodušší formu plánování procesu výstavby, vhodnou pro krátkodobé a málo náročné projekty, kde jednotlivé činnosti probíhají kontinuálně jedna po druhé. Termínová listina podává informace pouze o termínech začátku nebo ukončení jednotlivých činností. Tato forma nemá grafický výstup, a proto nemůže zachytit vazby mezi jednotlivými pracemi. [6]

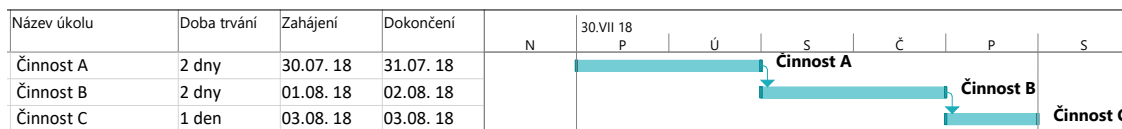
Označení	Název činnosti	Termín začátku/dokončení
1	Činnost A	30.7.2018
2	Činnost B	1.8.2018
3	Činnost C	3.8.2018

Obrázek 1 - Termínová listina. Zdroj: vlastní práce

3.2 Řádkový harmonogram

Často bývá také označován jako Ganttův nebo úsečkový diagram, který znázorňuje postup výstavby v čase. Největší předností řádkového harmonogramu je to, že využívá

grafický výstup, který zvyšuje přehlednost návaznosti jednotlivých činností. Doba trvání jednotlivých činností se znázorňuje pomocí **úsečků na mřížce časové osy**, kde jsou k jednotlivým činnostem přiřazeny časy začátků a konců. Umožňuje zobrazit jednoduché časové a organizační závislosti jednotlivých činností projektu a je vhodný pro kontrolu plnění plánu s reálným postupem výstavby. Je vhodný nejen pro plánování doby výstavby, ale může sloužit i pro plánování zdrojů a nákladů. [6]

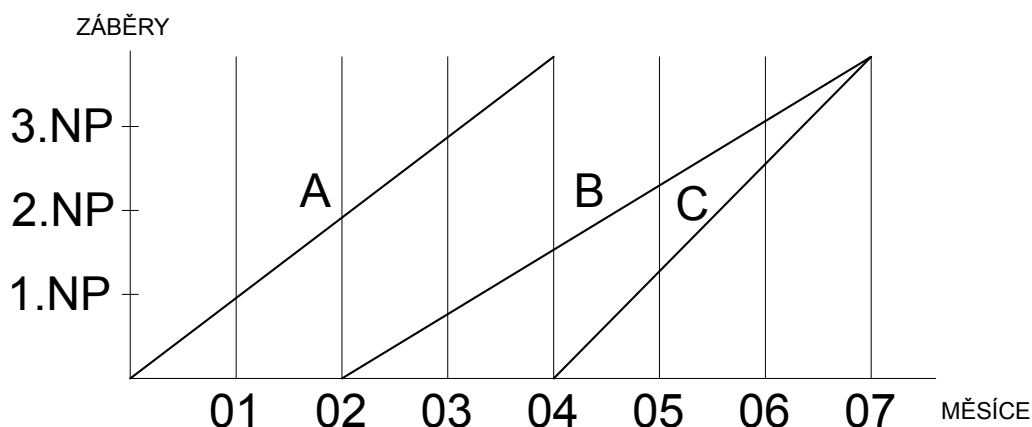


Obrázek 2 - Řádkový harmonogram. Zdroj: vlastní práce

3.3 Časoprostorový graf

Časoprostorový graf (cyklogram) přidává i informacím zobrazených v harmonogramu grafické znázornění místa, na kterém probíhá činnost a směr postupu činnosti. Je vhodný k využití pro náročnější stavby jako jsou liniové stavby nebo stavby s opakujícími se pracemi. Využívají se především v silničním a železničním stavitelství, kde se pracovní prostor činností zjednoduší na linii rozvinutého podélného řezu.

Na svislé ose je znázorněn prostor (záběry), kde je činnost prováděna a vodorovná osa udává čas. Průběh se vyznačuje přímkou nebo lomenou čarou, která představuje průběh práce v určitém prostoru a času. Úhel sklonu této přímky udává rychlost postupu prací. [6], [7]



Obrázek 3 - Časoprostorový graf. Zdroj: vlastní práce

3.4 Síťový graf

Jedná se o matematické znázornění modelu projektu, které přesně zobrazuje závislosti a návaznosti jednotlivých činností. Tyto činnosti tvoří orientovaný graf, který je složen z uzlů a hran. Využívají se u velkých a náročných staveb, kdy je nutné sledovat návaznost mezi mnoha činnostmi. Umožňuje také znázornit i časové rezervy nebo možné varianty časového plánu.

Druhy síťových grafů

- Stochastické – pro stanovení doby trvání činnosti využívají pravděpodobnost
- Deterministické – doba potřebná pro realizaci činnosti je matematicky stanovena
 - **Hranově definovaný** – hrany grafu představují činnosti projektu a uzly grafu znázorňují začátky a konce jednotlivých událostí
 - **Uzlově definovaný** – uzly grafu znázorňují jednotlivé činnosti projektu a hrany grafu představují vazby mezi těmito činnostmi [6], [7]

4 MOSTNÍ KONSTRUKCE

4.1 Definice mostu

Mostní objekt je konstrukce, která se buduje v místě, kde je nutné překonat přírodní nebo umělou vytvořenou překážku. Skládá se z jednoho nebo více vedle sebe postavených mostů, propustků nebo lávek zahrnující všechny objekty a úpravy k zajištění jeho funkce a dlouhé životnosti.

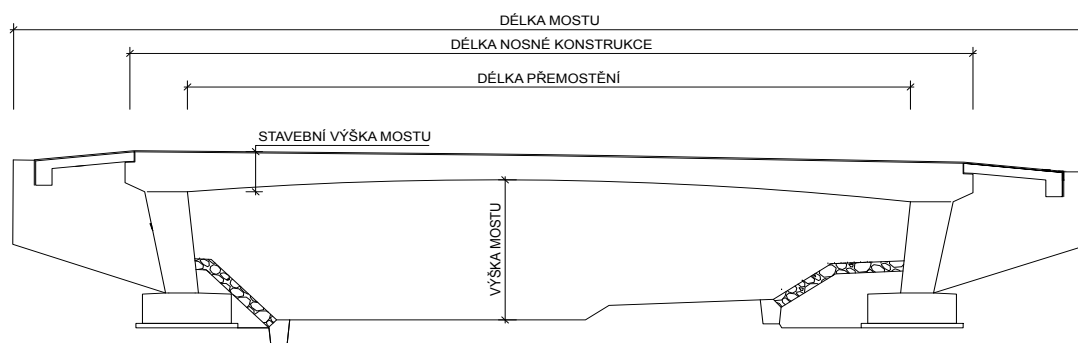
Most je mostní objekt, jehož kolmá světlost alespoň jednoho otvoru je minimálně 2,01 m.

Propustek je mostní objekt, jehož světlost mostního otvoru je do maximální délky 2 m včetně.

Lávka jedná se o mostní objekt, který slouží pro pěší a cyklisty nebo k revizním účelům. [8]

4.2 Mostní názvosloví

V této části jsou popsány pojmy, které popisují jednotlivé vzdálenosti v rámci mostních konstrukcí.



Obrázek 4 - Podélný řez mostem. Zdroj: vlastní práce

Délka mostu

Vychází z průměrné vzdálenosti mezi konci mostních křídel nebo nejvzdálenějších částí mostovky. Délka se vztahuje k ose mostní konstrukce. [9]

Délka přemostění

Jedná se o maximální vzdálenost líců krajních opěr mostní konstrukce, vztaženo k ose mostu. [9]

Mostní pole

Jedná se o část hlavní nosné konstrukce mostu, která spojuje prostor mezi dvěma sousedními podpěrami mostu. Může se také jednat o převislý konec nosné konstrukce za krajní podpěrou tzv. krakorcové pole. [9]

Šikmost

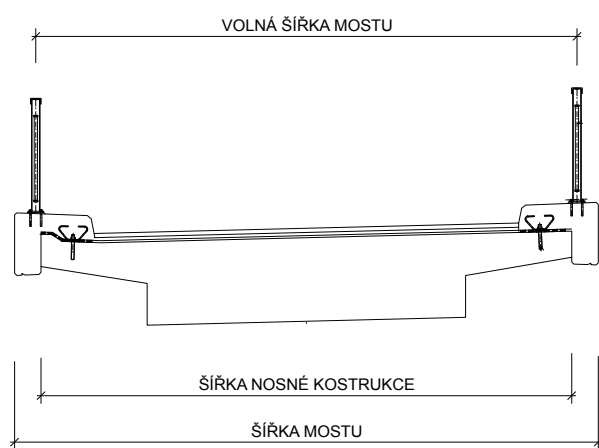
Označuje úhel, který svírá osa mostu s osou překonávané překážky v místě jejich křížení. [10]

Stavební výška mostu

Představuje výškový rozdíl mezi niveletou mostu a nejnižším bodem vodorovné nosné konstrukce mostu. [9]

Výška mostu

Největší výškový rozdíl mezi niveletou mostu a povrchem překonávané překážky, například hladinou vodního toku nebo terénu. [10]



Obrázek 5 - Příčný řez mostem. Zdroj: vlastní práce

Šířka mostu

Vychází z nejmenší možné příčné vzdálenosti mezi vnějšími lící obou mostních říms. [9]

Volná šířka mostu

Označuje nejmenší šířku mostu, vztaženou kolmo k ose mostu mezi vnitřními líci stálých bočních překážek, například svodidel nebo zábradlí. Od této šířky se odvíjí maximální průjezdná šířka.[9]

Rozpětí

Je to vzdálenost dvou sousedících podpor nosné konstrukce ve směru osy mostu. [10]

Plocha mostu

Plocha mostu je určena jako součin délky přemostění a vzdáleností mezi vnějšími líci říms.

4.3 Specifikace mostu

Mostní objekt můžeme dle konstrukčního hlediska rozdělit na spodní stavbu a nosnou konstrukci mostu. Spodní stavba je tvořena základem, podpěrami, mostními křídly, závěrnými zdmi a přechodovými deskami. Nosná konstrukce mostu přenáší účinky zatížení přes spodní stavbu do zeminy. Nosná konstrukce mostu je tvořena hlavní nosnou konstrukcí, mostovkou, ložisky a mostními závěry. Na nosné konstrukci se nachází mostní svršek, který tvoří římsy, chodníky a souvrství vozovky. Mostní objekt je také doplněn mostním vybavením, které slouží především ke zvýšení bezpečnosti nebo prodloužení životnosti mostu. Mezi vybavení mostu patří zábradlí, svodidla, odpadní potrubí nebo revizní lávky. [8]



Obrázek 6 - Mostní návosloví [8]

Základ mostu – přenáší účinky vyvolané zatížením mostu do zeminy. U mostů s menším rozpětím a únosnou základovou půdou volíme masivní plošné základy. U náročných konstrukcí a špatných základových podmínkách volíme hlubinné založení na pilotách. Základy mohou být provedeny z prostého betonu nebo železobetonu.

Podpěra – svislá mezilehlá podpěra, na které je uložena hlavní nosná konstrukce mostu. Podpěry se rozdělují podle tvaru na:

Stojka – stěnová podpěra

Pilíř – mohutnější prvek, délka je větší než dvojnásobek tloušťky

Sloup – nejčastěji kruhový profil s průměrem řádově 1,5 až 2,0 m

Pylon – podpěra sahající nad mostovku, slouží ke kotvení nosný lan visutých mostů.

Opěra – jedná se o krajní podpěru mostu, která je v kontaktu se zeminou. Zachycuje také tlaky působící od zeminy. Opěry jsou zpravidla tvořeny monolitickou železobetonovou konstrukcí.

Mostní křídlo – zeď nebo stěna, navazující na mostní opěru a uzavírá zemní těleso po stranách opěry. Svahová křídla mohou být provedená jako kolmá nebo šikmá. Křídla se od mostní opěry oddělují dilatační spárou.

Přechodová deska – ukládá se za rub opěry, pro omezení sedání za rubem opěry a zabezpečuje plynulý nájezd na most. Buduje se z důvodu nestejnomořného sedání násypu zemního tělesa a mostní konstrukce.

Mostovka – desková konstrukce sloužící k uložení mostního svršku na hlavní nosnou konstrukci mostu. Slouží také k přenosu zatížení vyvolaných provozem po mostním svršku. Podle její polohy rozdělujeme mosty s mostovkou dolní, horní, mezilehlou a zapuštěnou.

Ložisko – zajišťují spojení hlavní nosné konstrukce mostu se spodní stavbou. Musí přenést veškeré zatížení vyvolané hlavní nosnou konstrukcí, ale také musí umožnit posun a pootočení vyvolané zatížením a různými vlivy jako je změna teploty, smršťování a dotvarování betonu. Podle materiálu se ložiska dělí na ocelová, betonová, elastomerová a kombinovaná.

Mostní závěry – slouží k překrytí dilatačních spár a pro vyrovnání dilatačních rozdílů mezi nosnou konstrukcí mostu a opěrou nebo mezi dvěma nosnými konstrukcemi. Závěry se rozdělují na povrchové s horní úrovní v úrovni krytu vozovky nebo podpovrchové (překryté), které jsou uloženy pod povrchem vozovky. Mostní závěry jsou konstrukcí s velkými nároky na provedení a kontrolu, protože je zde vysoké riziko vzniku poruch.

Mostní římsa – prvek umístěný na vnějším líci hlavní nosné konstrukce mostu, sloužící k uchycení zábradlí nebo svodidla. Může být součástí chodníku, pokud je na mostě zřízen, pokud ne, tak vytváří zvýšenou obrubu na okraji mostu. Římsy jsou většinou tvořeny monoliticky ze železobetonu, ale u menších rozpětí se používají i prefabrikované.

Zábradlí – slouží k ochraně chodců a cyklistů pohybujících se na mostu. Minimální výška zábradlí na mostech určené chodcům je 1,10 m, pokud je zábradlí určené pro cyklisty je minimální výška 1,30 m. [8], [12], [14]

4.4 Typy mostů

Mosty lze rozdělit podle mnoha kritérií:

Podle druhu komunikace, kterou most převádí:

- Mosty pozemních komunikací
- Mosty drážních komunikací
- Mosty průmyslové
- Mosty vodohospodářské

Podle materiálu nosné konstrukce:

- Mosty masivní – betonové, železobetonové, kamenné, cihelné
- Mosty kovové
- Mosty dřevěné
- Mosty spřažené – kombinace oceli a železobetonu

Podle polohy mostovky:

- S dolní mostovkou – obloukové mosty se zavěšenou mostovkou
- S horní mostovou – mostovka se nachází nad hlavní nosnou konstrukcí
- S mezilehlou mostovkou – mostovka je zčásti podporována a z části zavěšená

Podle doby užívání konstrukce:

- Trvalé – mosty navrhované na životnost 100 let
- Zatímní – mostní provizoria, používají se jako dočasná náhrada stálých mostů. Nejčastěji se používají vojenské mostní soupravy typu BB (Bailey Bridge) nebo TMS (Těžká mostová souprava) [15]

Podle přemostované překážky:

- Nadjezdy – mosty překonávající dopravní komunikace
- Říční mosty – mosty přes vodní toky
- Viadukty – mosty vedoucí přes velká údolí
- Estakády – mosty překonávající rozsáhlá zastavěná území

Podle měnitelnosti polohy:

- Mosty nepohyblivé
- Mosty pohyblivé – sklopné, otočné
- Mosty plovoucí – pontonové [13]

4.5 Druhy konstrukčních systémů mostů

Volba konstrukčního systému hlavní nosné konstrukce závisí především na:

- Délce přemostění a konstrukčním prostoru mostu
- Základových poměrech
- Materiálu konstrukce, který ovlivňuje hmotnost a únosnost
- Ekonomii konstrukce (náklady na výstavbu a následnou údržbu)
- Trvanlivosti konstrukce a estetice [12]

4.5.1 Mosty deskové

U deskových mostů tvoří hlavní nosnou konstrukci monolitická nebo prefabrikovaná deska. Používají se pro mosty s **menším rozpětím**, u silničních mostů 12 m–15 m a u železničních mostů do rozpětí 10 m. Hlavní nosná konstrukce mostu je oddělena pomocí dilatace od spodní stavby. Nosná konstrukce mostu je uložena ložiscích, která umožňují posun nosné konstrukce. U deskových mostů je využívají především elastomerová

ložiska. Monolitická deska může být vytvořena jako prostá nebo jako vylehčená, u které se únosnost zmenší jen minimálně. [16]

Výhody:

- Jednoduché provádění a menší pracnost u prostých desek
- Malá konstrukční výška
- Menší náchylnost ke vzniku trhlin oproti trémovým mostům

Nevýhody:

- Pouze pro malá rozpětí
- Velká hmotnost konstrukce – lze snížit vylehčením

4.5.2 Mosty trémové

Hlavní nosnou konstrukci mostu tvoří plné trámy (žebra), pro větší rozpětí se používají komorové nosníky. Trámy mohou být navrhovány pouze jako železobetonové nebo předpjaté. Železobetonové nepředpjaté trámy není z ekonomického hlediska výhodné navrhovat, protože oproti předpjatým trámům jsou značně neekonomické. Zvyšuje se totiž spotřeba materiálu a jejich hmotnost může být až trojnásobná oproti předpjatým trámům. Trémové mosty se používají pro mosty se **středním rozpětím** pro železobetonové mosty 10–25 m a pro předpjaté až 30 m. Při použití komorových nosníků může rozpětí dosahovat 40–300 m. [16]

Výhody:

- Malá průřezová plocha konstrukce
- Vysoká tuhost v kroucení

Nevýhody:

- Vyšší pracnost než u deskových mostů
- Vysoké náklady na bednění (lze je snížit opakovaným použitím bednění)
- U montovaných trámů je nutnost pronájmu jeřábu s velkou nosností

4.5.3 *Mosty rámové*

Princip rámových mostů vychází z toho, že hlavní nosná soustava mostu je monoliticky spojena se spodní stavbou. V závislosti na napojení stojek na základovou konstrukci můžou být spojeny kloubově nebo vetknutím. Vetknutí do základů je možné provést při zakládání v únosné, málo stačitelné zemině. Pokud je zemina stlačitelná, je nutné provést kloubové spojení. Hlavní nosník se navrhuje jako deskový trám nebo jako komorový nosník. Podle počtu polí se dělí na jednoduché rámy – mají jen jedno pole, nebo na sdružené rámy s větším počtem polí. [16]

Výhody:

- Malá konstrukční výška konstrukce
- Minimální počet dilatačních spár
- Neobsahují ložiska – snížení nákladů na údržbu, dlouhá životnost

Nevýhody:

- Jednoduché rámy jsou použitelné jen pro menší rozpětí

4.5.4 *Obloukové mosty*

Pro obloukové mosty je typická jejich zakřivená hlavní nosná konstrukce mostu. Plynulé zakřivení konstrukce vychází z tvaru výslednicové čáry, vzniklé od stálého zatížení. Konce oblouků musí mít tuhé podepření, to znamená, že v základových patkách nesmí docházet k posunu nebo pootočení. Navrhují se pro přesypné mosty do rozpětí 30 m, technologií betonáže na pevné skruži. Vytvoří se ocelová konstrukce, na které je uloženo bednění. Pro větší rozpětí je vhodné navrhovat obloukové mosty až pro rozpětí přesahující 200 m, kde se využívá letmé betonování. Mostovka může být zavěšená nebo podepřená. [16]

Výhody:

- Malá tloušťka nosné konstrukce
- Architektonický vzhled

Nevýhody:

- Vysoká organizační a technologická náročnost
- Pro střední rozpětí je velmi nákladná letmá betonáž

4.6 Technologie výstavby

V dnešní době existuje celá řada metod výstavby mostních konstrukcí. Volba technologie výstavby závisí především na délce přemostění, tvaru a velikosti překonávané překážky. Jsou zde popsány nejvíce používané pro technologie výstavbu monolitických železobetonových mostů.

4.6.1 Mosty budované na pevné skruži

Tato metoda se využívá u monolitických mostů do rozpětí 100 m, při větším rozpětí je nutno konstrukci rozdělit na části a betonovat ji po částech. Pevná skruž je vlastně podpůrná konstrukce, která nese bednění. Může být tvořena stojkami, na které se přímo ukládá bednění nebo stojkami a nosníky. Je nutné dbát na ukotvení stojek, aby nedošlo při betonáži k jejich poklesu. Dnes se využívají systémové podpůrné konstrukce jako například Doka Staxo 100, PERI GRV, které výrazně urychlují montáž a umožňují opětovné použití. U mostů s velkým rozpětím, které mají několik polí, se betonáž provádí po jednotlivých polích s přečnivající konzolou. Místo napojení dalšího úseku se volí v místě, kde je moment vyvolaný vlastní tíhou konstrukce nulový. [17]



Obrázek 7 - Pevná skruž [29]

4.6.2 Mosty budované na výsuvných skružích

Tento způsob výstavby se využívá pro mosty s rozpětím větším než 400 m, nebo když se v místě konstrukce mostu nachází nepřekonatelná překážka. Princip výsuvných skruží spočívá v tom, že se podpůrná konstrukce pro bednění posunuje mezi jednotlivými poli mostu podle rychlosti a směru betonáže. Skruž může být umístěna nad mostovkou, kdy je bednění zavěšeno na skruži, nebo pod úroveň mostovky, kdy je bednění podepřeno. Z důvodu vysoké hmotnosti konstrukce skruže se tento systém využívá pro vzdálenost

podpor okolo 60 m. Posun celé skruže po dosažené požadované tvrdosti betonu v budovaném poli je zajištěn pomocí hydraulického systému. Časová a ekonomická efektivita se zvyšuje s počtem betonovaných polí. [17]

4.6.3 Letmá betonáž

Technologie letmé betonáže se využívá pro výstavbu monolitických mostů vedoucí přes hluboká údolí nebo v nepřístupném terénu. Nejčastěji se využívá pro rozpětí mostů 60 m–150 m. Technologie spočívá v tom, že se konstrukce betonuje po jednotlivých segmentech (lamelách) délky 3–5 m. Jednotlivé segmenty jsou betonovány do bednění, které je podepřené pohyblivou ocelovou konstrukcí, která je ukotvená do již dříve vybetonované části. Tato pohyblivá podpůrná konstrukce se nazývá betonářský vozík. Průměrná doba výstavby jednoho segmentu a následného posunu betonářského vozíku je 5 pracovních dní při dvanáctihodinové směně. Při výstavbě se nejdříve vybetonuje konzola u okraje mostu (zárodek) dlouhá 7–10 m, na kterou se následně připevní betonářský vozík a pokračuje výstavba konzoly ve směru mostu. Je možné také postupovat s betonáží konzoly od pilíře směrem ke středu mostu. Při této metodě je nutné betonovat segmenty na obou koncích konzoly současně, aby nedošlo ke zřícení. [17], [18]

4.6.4 Zvedané konstrukce

Tato metoda se využívá především u rekonstrukcí mostních objektů, kdy je nutné zachovat co nejdelší průjezdnost mostu. Díky této technologii je možné vybudovat hlavní nosnou konstrukci i s mostovkou mimo finální polohu mostu a následně jí na místo přesunout. Zvedání mostu je zajištěno pomocí několika dutých lisů, které jsou poháněny hydraulicky.

Při výstavbě se nejdříve na pracovišti ve vzdálenosti do 20 m od mostu vybetonuje celá nosná konstrukce mostu i s mostovkou. Nosnou konstrukci je nutné opatřit chráničkami, kterými budou následně prostrčeny zvedací ocelové tyče. Po vytvrdnutí betonu se nad mostovkou postaví dočasná ocelová konstrukce, přes kterou se bude most zvedat. Na vršek ocelové konstrukce se umístí hydraulické lisy, které se spojí s mostovkou pomocí tyčí Dywidag. Rychlost zdvihání mostu je 1 m/hod. Po vyzvednutí do požadované výšky se pod most umístí speciální vozík na kolejkách, pomocí kterého se most přesune do finální polohy, kde se znovu pomocí hydrauliky spustí a uloží.

Zvedání mostů lze také využít i u výměny mostních ložisek, kdy se pomocí hydraulického lisu nadzvedne celá nosná konstrukce mostu a ložiska mohou být vyměněna. [17], [19]



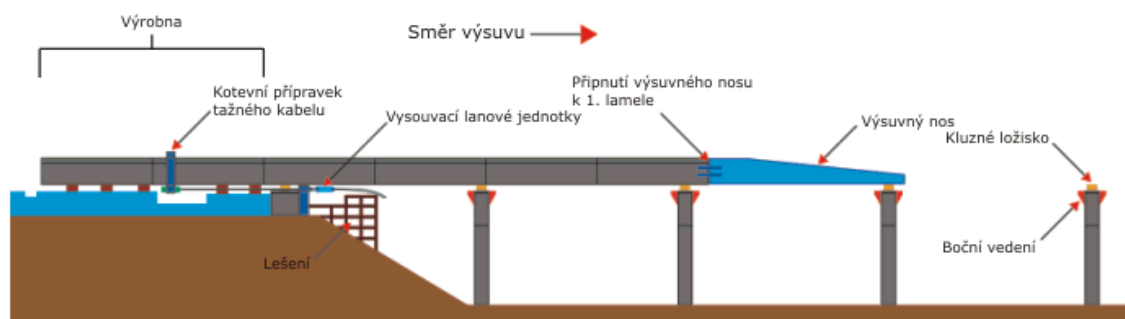
Obrázek 9 - Detail zvedací tyče. Zdroj: vlastní práce



Obrázek 8 - Pomocná zvedací konstrukce. Zdroj: vlastní práce

4.6.5 Vysouvané konstrukce

Jedná se o technologii, kdy se celá nosná konstrukce mostu posunuje ve vodorovném směru. Nosná část se postupně betonuje po částech délky 15–40 m na pracovišti, které se nachází za krajní opěrou mostu. Po vybetonování a vytvrdnutí celého segmentu se celá konstrukce posune a následuje betonáž další části. K posunu celé nosné konstrukce slouží hydraulický lis, který je uložen na krajní opěře mostu. Nejdříve dojde k mírnému nadzvednutí konstrukce a poté následuje posun. Je také možné celý segment posunovat tažením pomocí přepínací pistole, která napíná kabel ukotvený do segmentu. Aby nevznikal velký moment na konzole, opatří se první betonovaný segment lehkým ocelovým výsuvnýmnosem, který zajistí menší namáhání ohybem. [17], [20]



Obrázek 10 - Schéma výsuvu mostní konstrukce [28]

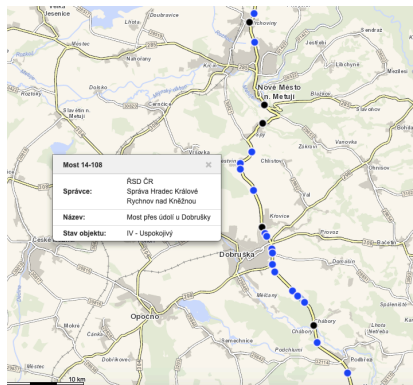
5 SYSTÉM HOSPODAŘENÍ S MOSTY V ČR

V České republice dlouhodobě dochází ke stále se zhoršujícímu technickému stavu mostů a propustků. Tomuto jevu přisívá především nedostatečná a zanedbaná dřívější údržba, kvůli které je následně nutné vynaložit velké množství finančních prostředků na jejich rekonstrukci nebo demolici a následnou výstavbu nových mostních objektů. Aby bylo zamezeno další nákladům vzniklým vlivem nedostatečné údržby, zadalo Ministerstvo dopravy projekt na vytvoření systému na správu a kontrolu všech mostních objektů. Výsledkem projektu je Systém hospodaření s mosty (Bridge Management System – BMS), který vyvinula a spravuje brněnská firma VARS BRNO a. s. a Pontex spol. s r. o. [21]

5.1 Bridge Management System

BMS představuje expertní celorepublikový systém, který eviduje mostní objekty a propustky pro správce na všech úrovních a také eviduje všechny prohlídky mostních objektů. V evidenci jsou jak dálniční mosty a propustky, tak také mostní objekty na silnicích I. II. III. tříd. První verze tohoto systému byla spuštěna již v roce 2003, ale pravidelnými aktualizacemi a změnami prochází tento systém dodnes. Hlavní důvod vzniku BMS je snaha optimalizovat údržbu a stavební činnosti na mostních objektech a tím dosáhnout vyšší efektivity vložených finančních prostředků. Umožňuje také kvalitnější plánování prací, jelikož sjednocuje metodiky vedení mostního pasportu, hodnocení stavu mostů a systému hospodaření. Systém BMS je částí rozsáhlého projektu CleveRA, který je zaměřen na komplexní správu a hospodaření s pozemními komunikacemi.

Tento systém je otevřený a je v omezené míře volně přístupný i veřejnosti na internetové stránce <http://bms.clevera.cz>. V režimu zobrazení pro veřejnost se zobrazí mapa, na které jsou vyznačeny všechny objekty, které jsou v databázi. Jedná se o mosty, které jsou označeny černě, propustky označené modře a podjezdy označené červeně. U každého mostu je uvedeno jeho evidenční číslo, název, správce mostu, místní název, který upřesňuje identifikaci mostu a také především stav, ve kterém se mostní konstrukce nachází.



Obrázek 11 - Systém pro správu mostů CleveRA [21]

Skutečný přínos ale aplikace přináší až pro registrované správce mostů, kde díky tomuto nástroji mají všechny podstatné informace o konstrukci na jenom místě. Po přihlášení do systému je možné vyhledávat veškeré mosty a propustky a zobrazit kompletní evidenci mostů. Evidence mostů obsahuje mostní listy podle normy ČSN 736220 – evidence mostů pozemních komunikací (viz část mostní list). Jsou zde navíc zahrnuty takové detaily jako evidence ložisek, mostních závěrů, izolace vozovky, mostního vybavení a způsobu odvodnění. Dále je zde možné chronologicky zobrazit veškeré provedené prohlídky mostních konstrukcí a díky tomu vhodně plánovat další prohlídky. V BMS jsou také registrované veškeré údržbové práce a provedené opravy včetně fotodokumentace, což velmi přispívá k určení, v jaké technické stavu se mostní konstrukce nachází. [21], [22]

5.2 Označení mostních objektů na PK

Veškeré mostní objekty na pozemních komunikacích je nutné označit evidenčním číslem dle normy ČSN 73 6220 - Evidence mostních objektů pozemních komunikací. Takto musí být označeny i železniční přejezdy. Na mostech a propustcích je označení řešeno pomocí svislé dopravní značky s tabulkou, která je umístěna na obou koncích mostního objektu. Tabulka je opatřena bílým písmem na černém podkladu. Na tabulce je uvedeno evidenční číslo mostu a také číslo, které představuje číslo komunikace vedoucí přes most. Stejným systémem se označují i propustky na pozemních komunikacích, pouze se za evidenční číslo píše P. [23]

5.3 Mostní list

Mostní list je formulář, který obsahuje všechny základní informace týkající se mostu. Obsah mostního listu se řídí normou ČSN 73 6220 – Evidence mostních objektů pozemních komunikací, při jeho vyplňování je nutné dodržovat normu ČSN 73 6200 – Mostní názvosloví. Mostní list obsahuje evidenční číslo a název mostu, polohu a jeho správce. Dále obsahuje geometrické údaje mostu a jeho maximální zatížitelnost. Je zde také uveden popis jednotlivých konstrukcí, klasifikační stupeň mostu a datum poslední prohlídky mostu. Klasifikační stupeň reprezentuje to, v jakém technickém stavu se nachází spodní i hlavní nosná konstrukce mostu. Je zde také uvedena reprodukční cena mostu, která představuje cenu mostu v době jeho výstavby. Součástí mostního listu je také náčrt objektu, kam patří půdorys, příčný a podélný řez a může být doplněn o pohledy. Pro propustky se zhotovuje evidenční list propustku, který obsahuje základní informace o poloze a konstrukci, ale není tak podrobný jako mostní list. Obrázek 12 znázorňuje vyplněný mostní list pro mostní objekt Albrechtice. [23]

Mostní list mostu pozemní komunikace			
Ev.č. mostu:	43-070		
Název mostu:	Most přes řeku Moravská Sázava v Albrechticích		
Místní název:	Albrechtice		
Předmět přemostění:	Vodní tok Moravská Sázava		
Převáděná komunikace:	I/43		
Název převáděné komunikace:	I/43		
Staničení liniové:	88,545 km		
Rok postavení:	2014		
Rok poslední rekonstrukce:	-		
Kraj:	Pardubický		
Katastrální území:	Albrechtice		
Správce mostu:	ŘSD ČR Správa Pardubice		
Zatížitelnost v době uvedení do provozu, způsob a rok stanovení			
Způsob stanovení:	Zatěžovací třída A	Rok: 2014	
Vn= 32 t	Vr= 80 t	Ve= 196 t	
Zatížitelnost současná, způsob a rok stanovení			
Způsob stanovení:	Zatěžovací třída A	Rok: 2014	
Vn= 32 t	Vr= 80 t	Ve= 196 t	
Dl. přemostění: 17,50 m	Dl. nosné konstr.: 21,00 m	Šikmost: 90 °	
Volná šířka: 13,25 m	Celková šířka mostu:13,75 m	Plocha mostu: 231,875 m ²	
Nosná konstrukce			
Celkový počet polí:	1 pole		
Podrobný popis nosné konstrukce: Rámová s trémovou příčlím z monolitického železobetonu			
Popis skupin polí:			
Počet polí: 1	Světlost šikmá:17,50 m	Kolmá:17,50 m	Rozpětí: 17,50 m
Stavební výška: 0,780 - 1,330 m		Úložná výška: 1,330 m	
Způsob uložení NK:			
Pozice: Horní	Způsob uložení: Rámová, pevná	Typ: -	
Mostní závěry:			
Pozice: -	Typ: -	Výrobce: -	Označení: -
Izolace desky mostovky:			
Typ: celoplošná izolace	Výrobce: Elastek	Materiál: NAIP	
Spodní stavba			
Podrobný popis spodní stavby: Konstrukce spodní stavby je provedena jako monolitická železobetonová			
Opěry			
Počet: 2	Délka: 0,80 - 1,75 m	Tloušťka: 13,25 m	Výška: 3,00 - 3,50 m
Základy: Mikropiloty		Materiál: Železobeton	
Přechodová oblast: souvrství se samostatným přechodovým klínem			
Mezilehlé podpěry			
Počet: -	Délka: - m	Tloušťka: - m	Výška: - m
Základy: -		Materiál: -	
Vozovka/chodníky:			
Povrch komunikace: Asfaltový beton		Šířka mezi obrubami: 10,75 m	
Plocha vozovky: 224,00 m ²			
Konstrukce vozovky: Asfaltový beton			
Povrch chodníku: Železobeton		Šířka chodníku: 2,00 m	
Plocha chodníku: 42,00 m ²			
Konstrukce chodníku: Železobeton			
Odvodnění mostu:			
Druh: Gravitační	Typ odvodňovačů: HDPE truba	Svody(dn): 50 mm	
Záchytná zařízení			
Zábradlí (typ/délka): Ocelové z uzavřených profilů, výška 1,1/1,3 m			
Zábradelní svodidla (typ/délka): -			
Svodidla (typ/délka): -			
Jiné vybavení: -			
Ostatní údaje			
Výška mostu nas terénem: 4,515 m		Výška NK nad hladinou vody: 4,015 m	
Hladina Q100: 379,49 m n. m.		Normální hladina vody: 0,50 m	
Souřadnice mostu			
WGS-84 -		S-JTSK: y= 5870030,776 x= 10800826,185	
Cizí zařízení			
Typ: -	Správce: -	Popis: -	
Správní údaje			
Archivace projektu: -			
Klasifikační stupeň stavu mostu:			
Spodní stavba: I - Bezvadný		Nosná konstr.: I - Bezvadný	Použitelnost: Ano
Rok provedení poslední HMP -			
Reprodukční pořizovací hodnota -			
Vypracoval: Jan Procházka			

Obrázek 12 - Mostní list Albrechtice. Zdroj: vlastní práce

6 PŘÍČINY NEDODRŽENÍ STANOVENÝCH TERMÍNŮ

Výstavba veškerých stavebních objektů je velmi rozsáhlá a komplexní činnost, která zahrnuje mnoho činností a profesí, a proto s sebou přináší i vznik mnoha rizik. Nejčastějším důsledkem rizik spojených s výstavbou je nedodržení stanovených termínů. Na tomto riziku se podílí:

- Investor
- Dodavatel
- Projektant

6.1 Rizika spojená s dodávkou stavby

Tato kategorie zahrnuje hlavně rizika, která mohou ovlivnit firmy realizující daný projekt. Jedná se především o nedodržení kvality díla, které může zapříčinit nepřevzetí celé stavby nebo určité technologické etapy a následné opravy do požadovaného stavu představují nejenom zvýšení nákladů, ale také prodlužují dobu výstavby.

Dalším rizikem je změna rozsahu díla, které může vést k navýšení nákladů výstavby. Vznik toho rizika je zapříčiněn rozporem mezi zadávací projektovou dokumentací a požadovaným zhotovením stavby a jeho následkem je vznik víceprací, které rovněž mohou prodloužit dobu výstavby. Toto riziko lze do jisté míry odstranit především smluvními podmínkami ve smlouvě o dílo.

Dále mezi rizika, která jsou spojena s dodávkou stavby, patří také **nízká kvalita použitých materiálů a strojů** nebo problémy se zaměstnanci. Tato rizika mohou postihnout investora při vybírání zhotovitele díla, ale také dodavatele, když vybírá subdodavatele pro zhotovení části zakázky. Nejlepší způsob, jak se tomuto vyvarovat, je dostatečné prověření historie a referencí dodavatele.

Jedním z nejzávažnějších rizik, za které zodpovídá dodavatel stavby, je **riziko nehody na stavbě**. Může se jednat o újmu na zdraví nebo životech lidí, pohybujících se v prostoru staveniště nebo o materiální škodu, způsobenou například neodbornou manipulací se strojními zařízeními. Je nutné dbát na preventivní opatření, která předchází nehodám, a především dbát na dodržování zásad BOZP při provádění veškerých činností.

6.2 Rizika spojená s klimatickými vlivy

Jedná se především o nárůst doby výstavby způsobený **nepříznivým počasím**. Největšími riziky jsou v zimních měsících dny, kdy teplota klesá pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v letních měsících se jedná o trvalé deště a bouřky. Tato rizika spadají na dodavatele a ten s nimi musí při plánování počítat. Proto je snaha stavebních firem naplánovat výstavbu celého objektu, pokud je to možné, na jednu stavební sezónu, aby se vyhnuli problematickému zimnímu období.

Existují ale také extrémní klimatické podmínky, jako jsou zemětřesení nebo povodně, které nejdou předpokládat a spadají do kategorie vyšší moci.

6.3 Rizika provádění projektu

Nejdůležitější je před začátkem samotné výstavby sestavit časový harmonogram výstavby, včetně stanovení nutných časových rezerv, které slouží k pokrytí zvýšení doby výstavby vlivem všech rizik.

Zodpovědnost za chyby v zadávací projektové dokumentaci nese ve velké míře projektant, který zodpovídá za chyby a nedostatky v dokumentaci, v jejich důsledku může dojít ke zvýšení nákladů nebo prodloužení doby výstavby. [27]

7 METODIKA STANOVENÍ UKAZATELŮ

Pro určení časové náročnosti výstavby mostních konstrukcí jsem oslovil stavební firmy, které se zabývají výstavbou mostních objektů, s prosbou o poskytnutí potřebných podkladů pro zpracování bakalářské práce. Po dlouhém vyjednávání s firmami se mi podařilo získat podklady pro 15 mostů, avšak některé nebyly kompletní a chyběly především harmonogramy výstavby nebo měly různé technologie výstavby. Z těchto všech podkladů jsem vybral 7 mostních objektů, které jsou dostatečně podobné a získal jsem jejich kompletní dokumentaci. Jedná se o železobetonové monolitické mosty rámového typu o délce přemostění 10-22 metrů. Předmětem přemostění těchto mostů je pozemní komunikace procházející přes vodní tok. Ke všem mostům jsou vypracovány mostní listy podle normy ČSN 736220 – evidence mostů pozemních komunikací.

Jako podklad jsem ke své práci použil:

Harmonogram výstavby

Dokumentaci ke stavebnímu povolení

Výkaz výměr

Je zřejmé, že časová náročnost bude narůstat s délkou přemostění a plochou mostní konstrukce. U svislých konstrukcí dojde také při zvětšování délky přemostění ke zvětšení objemu konstrukcí jako jsou mostní opěry a křídla, tudíž dojde ke zvýšení potřeby času na jejich realizaci. V dnešní době je snaha investorů co nejvíce urychlit proces výstavby, obzvláště u mostů, kdy je nutné vést dopravu objízdnými trasami. Proto je dnes tempo výstavby mnohem rychlejší než v dřívějších letech.

Ukazatele časové náročnosti budou vypracovány podle několika kritérií:

- Stanovení ukazatelů vztažených na plochu mostní konstrukce
- Stanovení tempa výstavby jednotlivých konstrukcí mostu
- Stanovení ukazatele potřeby času na celkový objem konstrukce

7.1 Stanovení ukazatelů vztažených na plochu mostní konstrukce

Z pohledu investora, který plánuje výstavbu nového nebo rekonstrukci stávajícího mostního objektu, je nejpodstatnější ukazatel časové náročnosti vztažený na plochu mostu a ukazatel časové náročnosti vztažený na plochu nosné konstrukce. Získané ukazatele reprezentují, jak dlouhý časový úsek je nutný pro vybudování jednoho metru čtverečného mostního objektu a napomáhají vytvořit předběžnou představu o době, která je nutná pro výstavbu nového mostního objektu. U inženýrských staveb, kam spadají i mostní konstrukce se jako měrná jednotka pro výpočet ukazatele stavby volí metr čtverečný (m^2).

Tyto hodnoty je možné aplikovat na jakýkoliv mostní objekt podobného typu. Stačí pouze znát plochu mostu, pro který chceme předběžně stanovit časovou náročnost výstavby a tu vynásobit získanými ukazateli.

Ukazatele časové náročnosti vztažené na plochu jsou určeny ve dvou rovinách:

- Stanovení ukazatele časové náročnosti vztaženého na plochu mostu – U_{pm}
- Stanovení ukazatele časové náročnosti vztaženého na plochu nosné konstrukce mostu – U_{pnk}

7.1.1 Postup pro stanovení potřeby času na jednotku plochy

Výpočet ukazatelů je proveden v následujících krocích:

1) Výpočet plochy mostu

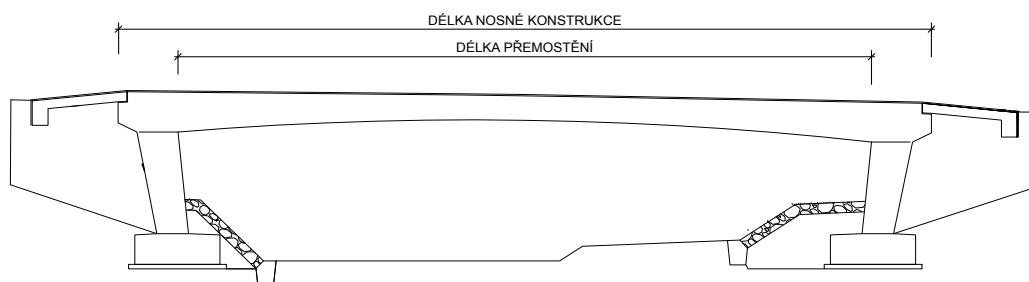
Výpočet plochy mostu/nosné konstrukce mostu byl vypočítán z dokumentace k provedení stavby. Veškeré plochy mostů jsou vypočítány v metrech čtverečných (m^2).

Plocha mostu je stanovena jako součin délky přemostění a vzdálenosti mezi vnějšími ochrannými konstrukcemi (volná šířka).

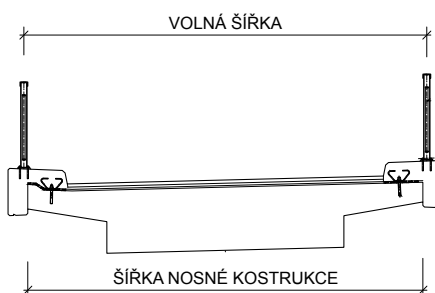
$$\textbf{Plocha mostu} = \text{délka přemostění} \times \text{volná šířka} \quad (1)$$

Plocha nosné konstrukce mostu je dána délkou přemostění, ke které je navíc přičtena šířka obou podpěr a šířkou nosné konstrukce, do které se nezapočítává šířka říms.

$$\textbf{Plocha nosné konstrukce} = \text{délka nosné kce} \times \text{šířka nosné kce} \quad (2)$$



Obrázek 13 - Podélný řez mostem. Zdroj: vlastní práce



Obrázek 14 - Příčný řez mostem. Zdroj: vlastní práce

2) Určení počtu dnů výstavby

Počet dnů výstavby je určen pomocí programu MS Project, kde byl pro každý objekt vytvořen harmonogram výstavby. Doba výstavby je uváděna ve dnech. Jako doba trvání výstavby ve dnech je brán počet pracovních dnů při průměrné délce jednoho pracovního dne mezi 8 až 10 hodinami.

3) Výpočet ukazatele potřeby času na m² plochy

Dosazení do vztahu celková doba výstavby/plocha mostu (plocha nosné konstrukce). Z toho vztahu získáme potřebnou dobu na výstavbu 1 m² plochy mostu (plochy nosné konstrukce) v jednotkách den/ m².

Vzorec pro výpočet ukazatele vztaženého na plochu mostu

$$U_{pm} = \frac{\text{celková doba výstavby}}{\text{plocha mostu}} \quad \left[\frac{\text{den}}{\text{m}^2} \right] \quad (3)$$

Vzorec pro výpočet ukazatele vztaženého na plochu nosné konstrukce

$$U_{pnk} = \frac{\text{celková doba výstavby}}{\text{plocha nosné konstrukce}} \quad \left[\frac{\text{den}}{\text{m}^2} \right] \quad (4)$$

4) Výpočet průměru u všech mostních objektů

Pro všech 7 mostních objektů byly stanoveny ukazatele potřeby času na m^2 (U_{pm} , U_{pnk}). Pro každý z těchto vypočítaných ukazatelů potřeby času je vytvořen aritmetický průměr, medián a interval hodnot.

7.2 Stanovení tempa výstavby jednotlivých stavebních částí

V této části se práce zabývá podrobnější analýzou časové náročnosti výstavby mostních konstrukcí. Ukazatele tempa výstavby se vztahují na jednotlivé stavební části, a tak napomáhají určit hlavní faktory, které ovlivňují dobu výstavby.

Pro detailnější analýzu časové náročnosti výstavby slouží ukazatele časové náročnosti vztažené k jednotlivým dílčím konstrukcím. Zde jsou vybrány podstatné konstrukce mostu, jejichž výstavba je nejvíce časově náročná. Jednotlivé konstrukce jsou seskupeny do stavebních částí pro větší přehlednost. Pro veškeré konstrukce je určeno tempo výstavby, které je stanoveno v jednotkách den/m^3 dané konstrukce. Tato jednotka je volena především z důvodu dlouhé doby trvání výstavby.

Jako doba trvání výstavby ve dnech je brán počet pracovních dnů při průměrné délce jednoho pracovního dne mezi 8 až 10 hodinami. Z pohledu společnosti zabývající se realizací mostních konstrukcí i investora je tento údaj přehlednější a více vypovídající než výpočet v jednotkách hod/m^3 . Pro veškeré konstrukce je určena průměrná hodnota, ze které tento ukazatel vychází a dále medián a interval hodnot, ze kterých je aritmetický průměr počítán.

7.2.1 *Postup pro stanovení tempa výstavby jednotlivých konstrukcí*

Tempo pro jednotlivé konstrukce mostu se stanoví podle následujících kroků:

1) **Zatřídění jednotlivých konstrukcí**

Veškeré hlavní stavební konstrukce jsou zatříděny do tabulky do stavebních částí podle postupu výstavby mostu.

Tabulka 1 - Stavební části mostu. Zdroj: vlastní práce

Stavební část	Název konstrukce
Založení	Mikropiloty
	Podkladní beton
	Základ
Svislé konstrukce	Opěry
	Mostní křídla
Mostovka	Mostovka
Římsy	Římsy
Přechodová oblat	Přechodová deska/práh
Komunikace	Komunikace

2) Výpočet objemu jednotlivých konstrukcí

Pro zařazené konstrukce je vypočítán objem konstrukcí v metrech krychlových (m^3). Objem jednotlivých konstrukcí je vypočítán z dokumentace pro stavební povolení, dokumentace skutečného provedení stavby nebo určen z výkazu výměr. Objemy jednotlivých konstrukcí jsou sečteny a zařazeny do stavebních částí viz tabulka.

3) Určení počtu dnů výstavby

Pro jednotlivé stavební části se z harmonogramu výstavby určí celkový počet dnů výstavby pro danou stavební část. Doba výstavby je uváděna ve dnech. Harmonogramy výstavby jednotlivých mostů jsou uvedeny v příloze. Jako doba trvání výstavby ve dnech je brán počet pracovních dnů při průměrné délce jednoho pracovního dne mezi 8 až 10 hodinami.

4) Stanovení tempa výstavby

Při dosazení do vztahu doba trvání celkem/objem stavební části získáme tempo výstavby vztahované na jednotlivé konstrukční části mostu. Tempo výstavby je vyjádřeno v jednotkách den/m^3 objemu konstrukční části.

$$\text{Tempo výstavby} = \frac{\text{doba trvání celkem}}{\text{objem stavební části}} \quad \left[\frac{\text{den}}{\text{m}^3} \right] \quad (5)$$

5) Výpočet průměru pro jednotlivé konstrukce

Pro jednotlivé konstrukce mostu byl z vypočítaného tempa pro jednotlivé mosty stanoven aritmetický průměr, medián a interval hodnot. Tyto hodnoty napomáhají stanovit, která konstrukční část je nejvíce pracná a při výstavbě která část je nejvyšší tempo výstavby.

7.3 Stanovení ukazatele potřeby času na objem konstrukce U_{ok}

Tento ukazatel znázorňuje potřebu času na vybudování celkového objemu stavebního objektu a dává informace o tom, jak velký časový úsek je nutný pro vybudování jednoho metru krychlového hotové konstrukce.

7.3.1 Postup pro stanovení ukazatele na celkový objem

1) Výběr rozhodujících konstrukcí

Byly vybrány konstrukce, které tvoří podstatnou část mostu, jednotlivé konstrukce jsou uvedeny v tabulce

Tabulka 2 - Hlavní konstrukční části mostu. Zdroj: vlastní práce

Název části	Konstrukce
Založení	Mikropiloty/piloty
	Podkladní beton
	Základ
Svislé konstrukce	Opěry
	Mostní křídla
Mostovka	Mostovka
Římsy	Římsy
Přechodová oblast	Přechodová deska
	Přechodový klín z betonu
Komunikace	Asfaltový beton
	Podkladní vrstvy komunikace
	Chodníky
Úpravy pod mostem	Kamenný zához koryta
	Opevnění břehů pod mostem
	Kamenná dlažba

Do celkového objemu konstrukce jsou započítány rozhodující konstrukce, které jsou uvedeny v tabulce. Do objemu konstrukce nejsou započítávány pouze zásypy a zemní práce z důvodu obtížného stanovení přesného množství provedených prací.

2) Výpočet objemu konstrukcí

Celkový objem konstrukce je vypočítán jako součet objemů všech dílčích konstrukcí viz tabulka. Objem jednotlivých konstrukcí je vypočítán z dokumentace pro stavebního povolení nebo dokumentace skutečného stavu. Může být také určen z výkazu výměr daného stavebního objektu. Jednotka pro výpočet objemu je zvolena metr krychlový (m³).

3) Určení celkové doby výstavby

Celková doba výstavby pro každý mostní objekt je určena z vypracovaných harmonogramů výstavby. Jako doba trvání výstavby ve dnech je brán počet pracovních dnů při průměrné délce jednoho pracovního dne mezi 8 až 10 hodinami.

4) Výpočet ukazatele vztaženého na celkový objem konstrukce

Časový ukazatel vztažený na celkový objem konstrukce je vypočítán jako celková doba výstavby/celkový objem konstrukce. Z tohoto vztahu je získán ukazatel v jednotkách den/m³

$$U_{ok} = \frac{\text{celková doba výstavby}}{\text{celkový objem konstrukce}} \quad \left[\frac{\text{den}}{\text{m}^3} \right] \quad (6)$$

5) Stanovení průměrné hodnoty ukazatele potřeby času U_{ok}

Pro veškeré mosty je vypočítána průměrná hodnota U_{ok} , medián a interval hodnot. Tyto hodnoty napomáhají pochopit závislost doby trvání na celkovém objemu konstrukcí mostu.

8 POSOUZENÍ ČASOVÉ NÁROČNOSTI VÝSTAVBY

V této části práce je vždy nejprve uvedeno názorné využití vypracované metodiky a postup výpočtu jednotlivých ukazatelů a následně je provedeno vyhodnocení a analýza jednotlivých ukazatelů. V části vyhodnocení je vypočítán aritmetický průměr hodnot, medián a interval hodnot, ze kterého vycházejí.

8.1 Výpočet ukazatelů vztažených na plochu mostní konstrukce

Zde je proveden názorný výpočet ukazatelů potřeby času na mostním objektu Třebovice.

1) Výpočet plochy mostu

Výpočet plochy mostu/nosné konstrukce mostu byl vypočítán z dokumentace k provedení stavby. Veškeré plochy mostů jsou vypočítány v metrech čtverečných (m^2).

$$\text{Plocha mostu} = \text{délka přemostění} \times \text{volná šířka} = 16 \times 9,5 = 152,0 \text{ m}^2$$

$$\text{Plocha nosné kce} = \text{délka nosné kce} \times \text{šířka nosné kce} = 18,8 \times 10 = 188,0 \text{ m}^2$$

2) Určení počtu dnů výstavby

Počet dnů výstavby je určen pomocí programu MS Project, kde byla pro mostní objekt Třebovice zjištěná délka výstavby 128 dnů.

3) Výpočet ukazatele potřeby času na m^2 plochy

Dosazení do vztahu celková doba výstavby/plocha mostu (plocha nosné konstrukce). Z toho vztahu získáme potřebnou dobu na výstavbu 1 m^2 plochy mostu (plochy nosné konstrukce) v jednotkách den/ m^2 .

$$U_{pm} = \frac{\text{celková doba výstavby}}{\text{plocha mostu}} = \frac{128}{152} = 0,842 \text{ den/m}^2$$

Tabulka 3 - Výpočet ukazatele U_{pm} . Zdroj: vlastní práce

Název objektu	Plocha mostu [m^2]	Celková doba výstavby [den]	Ukazatel potřeby času na 1 m^2 U_{pm} [den/ m^2]
Most Třebovice	152,0	128	0,842

$$U_{pnk} = \frac{\text{celková doba výstavby}}{\text{plocha nosné konstrukce}} = \frac{128}{188} = 0,681 \text{ den/m}^2$$

Tabulka 4 - Výpočet ukazatel U_{pnk} . Zdroj: vlastní práce

Název objektu	Plocha nosné konstrukce [m ²]	Celková doba výstavby [den]	Ukazatel potřeby času na 1 m ² U_{pnk} [den/m ²]
Most Třebovice	188,0	128	0,681

V tabulkách se uveden příklad stanovení ukazatelů časové náročnosti vztažených na plochu pro vybraný mostní objekt Třebovice.

8.2 Vyhodnocení ukazatelů vztažených na plochu mostní konstrukce

V této části práce jsou vyhodnoceny oba ukazatele časové náročnosti vztažené na plochu mostní konstrukce pro všechny posuzované mostní objekty.

Ukazatel vztažený na plochu mostu

Tabulka 5 - Vyhodnocení ukazatele U_{pm} . Zdroj: vlastní práce

Název objektu	Plocha mostu [m ²]	Celková doba výstavby [den]	Ukazatel potřeby času na 1 m ² U_{pm} [den/m ²]
Most Albrechtice	223,1	135	0,605
Most Baliny	110,0	124	1,127
Most Drahoš	65,0	104	1,600
Most Korouhev	66,0	99	1,500
Most Třebovice	152,0	128	0,842
Most Ptáčov	95,0	108	1,137
Most Velké Meziříčí	262,3	123	0,469

Průměr hodnot	1,040
Medián	1,127
Interval hodnot	< 0,469 ; 1,600 >

Na spodní hranici intervalu hodnot se nachází mosty Albrechtice a Velké Meziříčí. To je způsobeno především velkou celkovou šířkou mostu, díky které značně narůstá celková plocha mostu. U těchto mostů je klasické šířkové uspořádání silnice S6,5 doplněno ještě pruhem pro cyklisty.

Z důvodu velkého intervalu hodnot ukazatele U_{mp} , který je způsoben především různým šířkovým pořádkem jednotlivých mostů, jsou mosty zatřeny do jednotlivých kategorií podle jejich plochy.

Tabulka 6 - Kategorie ukazatele U_{pm} . Zdroj: vlastní práce

Ukazatel potřeby času na 1 m ² plochy mostu U_{pm} [den/m ²]			
Plocha mostu	do 100 m ²	do 200 m ²	nad 200 m ²
Průměr hodnot	1,412	0,985	0,639
Interval	< 1,137 ; 1,600 >	< 1,127 ; 0,842 >	< 0,469 ; 0,842 >

Z této tabulky je patrné, že s přibývajícím plochou mostu se snižuje ukazatel U_{pm} , tudíž se zvyšuje rychlost výstavby.

Vyšší hodnoty ukazatele U_{pm} jsou u mostů s plochou do 100 m² způsobeny především tím, že čas výstavby již **nelze úměrně zkracovat** vůči ploše mostu, z důvodu technologického postupu výstavby a doby technologických přestávek, které jsou přibližně stejné bez rozdílu na plochu mostu.

Dalším důvodem tohoto faktu je, že mosty, které se nacházejí v kategorii plochy do 100 m² jsou mosty, přes které přechází silnice nižších tříd, kde není kladen takový důraz na co nejkratší dobu uzavírky. Z tohoto důvodu je možné taktéž snížit tempo při výstavbě mostního objektu například tím, že na danou stavbu firma provádějící realizaci mostu vyčlení méně pracovníků a mechanizace.

Ukazatel vztažený na plochu nosné konstrukce

Tabulka 7 - Vyhodnocení ukazatele U_{pnk} . Zdroj: vlastní práce

Název objektu	Plocha nosné konstrukce [m ²]	Celková doba výstavby [den]	Ukazatel potřeby času na 1 m ² U_{pnk} [den/m ²]
Most Albrechtice	278,3	135	0,485
Most Baliny	129,0	124	0,961
Most Drahoš	94,3	104	1,103
Most Korouhev	91,2	99	1,086
Most Třebovice	188,0	128	0,681
Most Ptáčov	127,2	108	0,849
Most Velké Meziříčí	310,9	123	0,396

Průměr hodnot	0,794
Medián	0,849
Interval hodnot	< 0,396 ; 1,103 >

Z porovnání průměrných hodnot obou ukazatelů je zřejmé, že ukazatel potřeby času vztažený na plochu nosné konstrukce U_{pm} je vždy **větší**, než ukazatel potřeby času vztažený na plochu mostu U_{pnk} z důvodu, že plocha nosné konstrukce je vždy větší, než plocha mostu.

Na horní hranici intervalu se s hodnotou $U_{pnk}=1,103 \text{ den/m}^2$ nachází most Drahoš. To je způsobeno především malou plochou z důvodu, že rozpětí tohoto mostu je jen 10 metrů. Dalším důvodem je nízké tempo výstavby jednotlivých konstrukcí, které je rozebráno v části vyhodnocení tempa výstavby jednotlivých konstrukcí.

Na spodní hranici intervalu hodnot se nachází most Velké Meziříčí s hodnotou ukazatele $U_{pnk}=0,396 \text{ den/m}^2$, kde tento mostní objekt má i nejvyšší tempo výstavby jednotlivých konstrukcí. Z tohoto faktu je patrné, že s narůstající plochou nosné konstrukce mostu se **snižuje ukazatel** zohledňující potřebu času na jednotku plochy a zvyšuje se rychlost výstavby mostního objektu.

Pro přesnější průměrné hodnoty ukazatele U_{pnk} jsou mosty rozříděny do kategorií podle plochy nosné konstrukce na mosty malé s plochou do 100 m^2 , mosty středně velké do plochy 200 m^2 , a mosty velké s plochou nad 200 m^2 .

Tabulka 8 - Kategorie ukazatele U_{pnk} . Zdroj: vlastní práce

Ukazatel potřeby času na 1 m^2 plochy nosné konstrukce $U_{pnk} [\text{den/m}^2]$			
Plocha nosné kce	do 100 m^2	do 200 m^2	nad 200 m^2
Průměr hodnot	1,094	0,830	0,440
Interval	< 1,086 ; 1,103 >	< 0,681 ; 0,961 >	< 0,396 ; 0,485 >

Z této tabulky je patrné, že ukazatel času náročnosti U_{pnk} **klesá s narůstající plochou** nosné konstrukce. Důvody tohoto faktu jsou stejné jako u ukazatele U_{pm} , kde jsou popsány detailněji.

8.3 Výpočet tempa výstavby jednotlivých stavebních částí

Zde je uvede postup výpočtu tempa výstavby jednotlivých konstrukcí pro mostní objekt Albrechtice.

1) Výpočet objemu jednotlivých konstrukcí

Pro zatříděné konstrukce je vypočítán objem konstrukcí v m^3 . V tomto případě je objem jednotlivých konstrukcí vypočítán z dokumentace pro stavební povolení.

Tabulka 9 - Výpočet objemu stavebních částí mostu Albrechtice. Zdroj: vlastní práce

Název konstrukce	Název části	Objem konstrukce [m ³]	Objem konstrukce celkem [m ³]
Mikropiloty	Založení	2,14	75,96
Podkladní beton		11,12	
Základ		62,70	
Opěry	Svislé konstrukce	42,75	59,25
Mostní křídla		16,50	
Mostovka	Mostovka	171,37	171,37
Římsy	Římsy	26,33	26,33
Přechodová deska	Přechodová oblast	5,38	5,38
Komunikace	Komunikace	59,01	59,01

2) Určení počtu dnů výstavby

Pro jednotlivé stavební části se z harmonogramu výstavby určí celkový počet dnů výstavby pro danou stavební část. Doby výstavby je uváděna ve dnech. Pro část založení byla zjištěna doba trvání 21 dní.

3) Stanovení tempa výstavby

Při dosazení do vztahu doba trvání celkem/objem konstrukční části získáme tempo výstavby vztažené na jednotlivé konstrukční části mostu. Tempo výstavby je vyjádřeno v jednotkách den/m^3 objemu konstrukční části.

$$\text{Tempo výstavby} = \frac{\text{doba trvání celkem}}{\text{objem konstrukční části}} = \frac{21}{76,0} = 0,276 \text{ den}/m^3$$

Tabulka 10 - Výpočet tempa výstavby. Zdroj: vlastní práce

Název části	Objem konstrukce celkem [m ³]	Doba trvání celkem [den]	Tempo výstavby [den/m ³]
Založení	76,0	21	0,276

Tento postup je proveden pro všechny konstrukční části mostu uvedené v tabulce 9. Zde je proveden vzorový výpočet pro část založení.

4) Výpočet tempa výstavby pro všechny stavební části

Tabulka 11 - Tempo výstavby jednotlivých stavebních částí. Zdroj: vlastní práce

Název konstrukce	Název části	Objem konstrukce [m ³]	Objem konstrukce celkem [m ³]	Doba trvání [den]	Doba trvání celkem [den]	Tempo výstavby [den/m ³]
Mikropiloty	Založení	2,14	75,96	12	21	0,276
Podkladní beton		11,12		2		
Základ		62,70		7		
Opěry	Svislé konstrukce	42,75	59,25	8	19	0,321
Mostní křídla		16,50		11		
Mostovka	Mostovka	171,37	171,37	32	32	0,187
Římsy	Římsy	26,33	26,33	15	15	0,570
Přechodová deska	Přechodová oblast	5,38	5,38	5	5	0,930
Komunikace	Komunikace	59,01	59,01	7	7	0,119

Pro veškeré mostní objekty byly provedeny výpočty tempa výstavby pro jednotlivé stavební části, dle postupu uvedeného výše. Pro tempa jednotlivých konstrukčních částí všech mostů je vypočítán aritmetický průměr, který slouží ke stanovení, jaká část výstavby je nejnáročnější z časového hlediska.

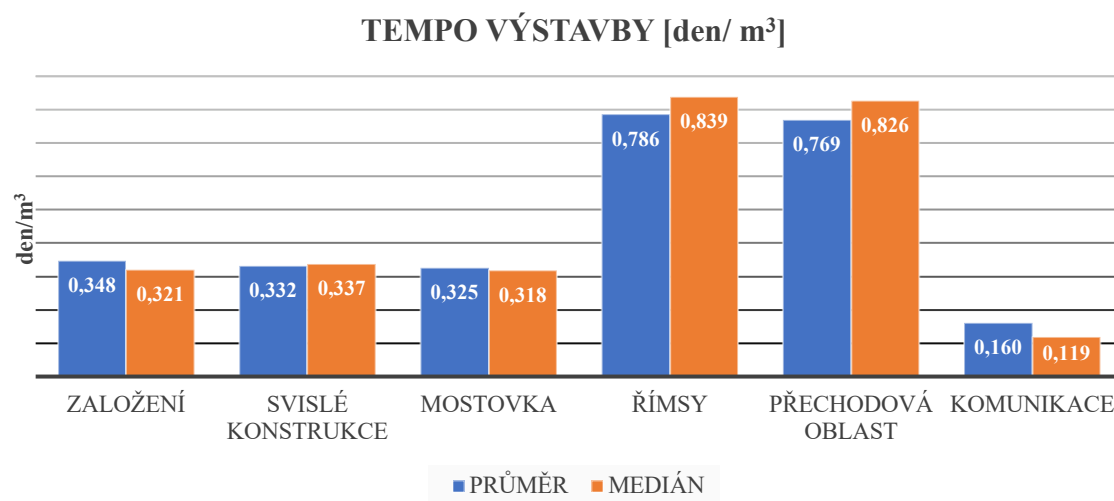
Dále je pro každou konstrukční část stanoven medián a interval, ze kterých jsou hodnoty mediánu i aritmetického průměru počítány.

8.4 Vyhodnocení tempa výstavby jednotlivých stavebních částí

Tabulka 12 - Vyhodnocení tempa výstavby stavebních částí všech mostů. Zdroj: vlastní práce

Název objektu	Založení [den/m ³]	Svislé konstrukce [den/m ³]	Mostovka [den/m ³]	Římsy [den/m ³]	Přechodová oblast [den/m ³]	Komunikace [den/m ³]
Most Albrechtice	0,276	0,321	0,187	0,570	0,930	0,119
Most Baliny	0,321	0,364	0,353	0,839	1,071	0,324
Most Drahoš	0,183	0,480	0,453	1,087	0,976	0,140
Most Korouhev	0,477	0,337	0,377	1,008	0,826	0,109
Most Třebovice	0,458	0,338	0,318	0,656	0,726	0,102
Most Ptáčov	0,562	0,249	0,299	0,852	0,388	0,116
Most Velké Meziříčí	0,158	0,234	0,290	0,490	0,465	0,214
Průměrná hodnota	0,348	0,332	0,325	0,786	0,769	0,160
Medián	0,321	0,337	0,318	0,839	0,826	0,119
Interval hodnot	< 0,158 ; 0,562 >	< 0,234 ; 0,480 >	< 0,187 ; 0,453 >	< 0,490 ; 1,087 >	< 0,388 ; 1,071 >	< 0,102 ; 0,324 >

Interval průměrných hodnot pro veškeré stavební části všech mostů je **<0,160; 0,786>**. Z průměrů tempa výstavby jednotlivých stavebních částí je patrné, že nejpomaleji postupuje výstavba při provádění **přechodových oblastí a říms**. To je zapříčiněno malý objemem jednotlivých konstrukcí, a především poměrně náročným postupem výstavby. Je nutné zřizovat bednění, které je kvůli složitým tvarům, především u říms, časově náročné na zřízení. Naopak nejrychlejší postup prací je při budování **komunikace**. To je způsobeno především tím, že při výstavbě této stavební části lze použít ve velké míře stavební mechanizaci, a tudíž značně zrychlit postup výstavby.



Obrázek 15 - Graf tempa výstavby. Zdroj: vlastní práce

Římsy

Průměrná hodnota pro výstavbu mostních říms je **0,786 den/m³**. Tato hodnota vychází z intervalu **<0,490; 1,087>**. Poměrně velký interval hodnot u provádění mostních říms je

zapříčiněn především kvůli faktu, že u mostů Albrechtice a Třebovice byly v rámci mostních říms **realizovány chodníky**. Díky tomuto faktu se značně zvýšil celkový objem těchto konstrukcí, avšak pracnost především při bednění zůstala podobná jako o ostatních staveb. Tyto mosty se nachází na dolní hranici intervalu. Nižší tempo výstavby říms ostatních mostů je způsobeno tím, že chodníky nejsou vybudovány v rámci konstrukce říms.



Obrázek 17 - Řešení mostních říms Albrechtice. Zdroj: vlastní práce



Obrázek 16 - Řešení mostních říms Baliny. Zdroj: vlastní práce

Přechodová oblast

Průměr hodnot tempa výstavby přechodových oblastí je **0,769 den/m³** vycházející z intervalu hodnot **<0,388; 1,071>**. Vysoký rozptyl hodnot u přechodové oblasti je zapříčiněn především různými konstrukcemi provedení. Tyto jednotlivé konstrukce se liší nejenom **pracností**, ale především i **celkovým objemem**.

Přechodový práh, který je použit u mostů Drahoš, Albrechtice a Korouhev je velmi jednoduchý na provedení. Jedná se o prvek z monolitického betonu s jednou zkosenou podélnou stranou a ze všech druhů přechodových oblastí je nejméně objemný. Z tohoto faktu vyplývá, že tempo při jeho realizaci se nachází na **horní hranici intervalu**. Průměrné tempo při realizaci toho typu přechodové oblasti je **0,910 den/m³**.

Přechodová deska, která byla použita u mostů Baliny, Třebovice a Velké Meziříčí je mnohem náročnější než přechodový práh. To především z důvodu nutnosti zřizovat bednění. Oproti přechodovému prahu je tento typ přechodové oblasti značně objemnější. Vyžaduje armování a při realizaci zalomené přechodové desky se zvyšuje také její pracnost. U mostního objektu Velké Meziříčí byla použita pouze rovná deska bez zalomení, a tudíž je zde tempo výstavby vyšší než u ostatních. Průměrné tempo je pro přechodové desky je **0,754 den/m³**.

Jako nejrychlejší z pohledu tempa výstavby se ukázal most Ptáčov, kde byl použit pouze **přechodový klín** z mezerovitého betonu.

Založení

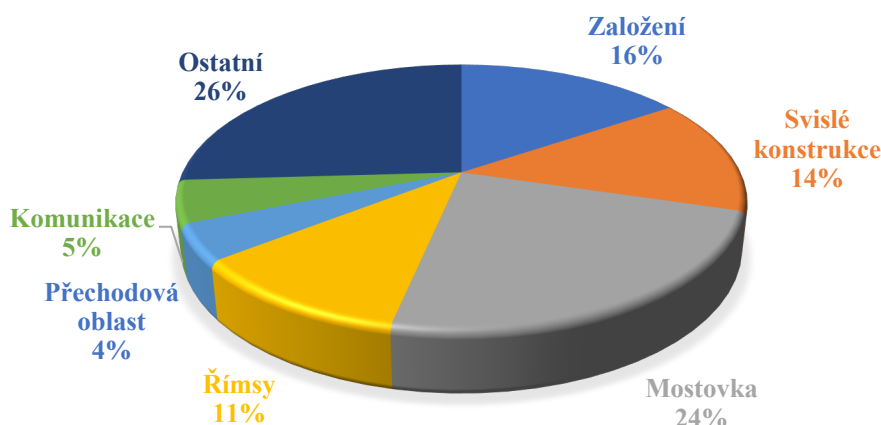
Průměrné tempo výstavby při založení bylo **0,348 den/m³** vycházejí z intervalu **<0,158; 0,562>**. U vybraných mostních objekt byly použity dva druhy založení podle základových poměrů v dané lokalitě. Na spodní hranici intervalu hodnot je způsob založení na **mikropilotách**. To je způsobeno především velkým objemem betonového základu, samotné mikropiloty dosahují malého celkového objemu.

Oproti tomu při použití **velkopřůměrových pilot** značně narůstá objem samotných pilot, ale betonový základ se již nerealizuje a na piloty rovnou navazují podpěry mostu. Díky tomuto faktu je tempo výstavby pro velkopřůměrové piloty nižší, než při založení na mikropilotách.

Mostovka

Jako jedna z nejméně náročných konstrukcí, z pohledu tempa výstavby, se ukázala výstavba mostovky. Průměrné tempo výstavby mostovky je **0,325 den/m³** vycházející z intervalu hodnot **<0,187; 0,453>**. Do této položky je započítána výstavba skruže, bednění, armování, betonování, technologická přestávka a odskružení. Přestože tempo výstavby je u mostovky jedno z nejvyšších, díky svému velkému objemu, který je oproti ostatní konstrukcím až několikanásobný, zabírá tato konstrukce z **celkového času výstavby největší část**. Na horní hranici intervalu se nachází mostní objekt Drahoš, u kterého je nižší tempo výstavby u většiny prováděných konstrukcí.

ČASOVÁ NÁROČNOST KONSTRUKCÍ



Obrázek 18 - Graf časové náročnosti konstrukcí. Zdroj: vlastní práce

V grafu je uvedena procentuální část časové náročnosti jednotlivých konstrukcí z celkového času výstavby pro mostní objekt Albrechtice. Je patrné, že právě výstavba mostovky díky svému velkému objemu, zabírá **skoro čtvrtinu celkového času**. Díky svému velkému objemu je právě konstrukce mostovky hlavní faktor, na kterém závisí celková doba výstavby mostního objektu. Poměrně velkou část, vzhledem ke svému objemu, zabírá i výstavba mostních říms, zapříčiněná **nízkým tempem** výstavby této konstrukce. V dílu ostatní jsou započítány především zemní práce probíhající před i po vybudování samotného mostního objektu, dále jsou zde započítány práce související s provedením opevnění koryta a pokládka kamenné dlažby pod mostem. Tyto práce jsou většinou prováděny souběžně s ostatními pracemi po dokončení mostovky.

Využití ukazatelů tempa výstavby

Tento ukazatel by mohly využít především stavení firmy, které se zabývají výstavbou mostních objektů pro předběžné plánování doby výstavby a potřeby například mechanizace nebo plánování subdodávek. Především při objednávání mechanizace jako jsou jeřáby nebo rypadla, které společnosti často nevlastní, vzniká v hlavní stavební sezóně problém s jejich okamžitou dostupností. Tento fakt poté zbytečně prodlužuje dobu výstavby nebo je nutné objednat mechanizaci, která se nachází daleko od místa výstavby a platit za dopravné, což poměrně prodražuje její celkovou cenu za pronájem.

8.5 Výpočet ukazatele potřeby času na objem konstrukce U_{ok}

V této části práce je proveden vzorový výpočet ukazatele potřeby času na objem konstrukce U_{ok} pro mostní objekt Albrechtice.

1) Výpočet objemu konstrukcí

Celkový objem konstrukce je vypočítán jako součet objemů všech dílčích konstrukcí viz tabulka. Objem jednotlivých konstrukcí je vypočítán z dokumentace pro stavebního povolení. Jednotka pro výpočet objemu je zvolena metr krychlový (m^3).

Tabulka 13 - Objem stavebních částí mostu Albrechtice. Zdroj: vlastní práce

Stavební část	Objem [m^3]
Založení	75,96
Svislé konstrukce	59,25
Mostovka	171,37
Římsy	26,33
Přechodová oblast	5,38
Komunikace	59,01
Úpravy pod mostem	179,27
Celkem	576,57

2) Určení celkové doby výstavby

Celková doba výstavby pro mostní objekt Albrechtice je 135 dnů a byla určena z poskytnutých harmonogramů výstavby pro dané mostní objekty.

3) Výpočet ukazatele

Časový ukazatel vztažený na celkový objem konstrukce je vypočítán jako celková doba výstavby/celkový objem konstrukce. Z tohoto vztahu je získá ukazatel v jednotkách den/m^3

$$U_{ok} = \frac{\text{celková doba výstavby}}{\text{celkový objem konstrukce}} = \frac{135}{571,2} = 0,236 \text{ den}/m^3$$

Tabulka 14 - Výpočet ukazatele U_{ok} . Zdroj: vlastní práce

Název objektu	Obestavěný prostor [m^3]	Celková doba výstavby [den]	Ukazatel potřeby času na m^3 $U_{ok} [den/m^3]$
Most Albrechtice	571,2	135	0,236

8.6 Vyhodnocení ukazatele potřeby času na objem konstrukce U_{ok}

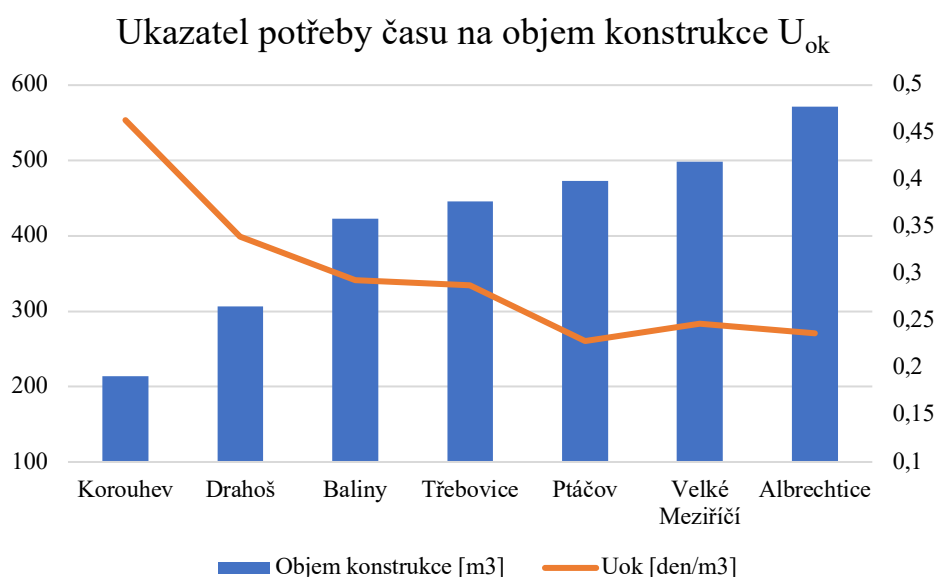
Tabulka 15 - Vyhodnocení ukazatele U_{ok} . Zdroj: vlastní práce

Název objektu	Objem konstrukce [m ³]	Celková doba výstavby [den]	Ukazatel potřeby času na m ³ kece U_{ok} [den/m ³]
Most Albrechtice	571,2	135	0,236
Most Baliny	500,3	124	0,248
Most Drahoš	331,8	104	0,313
Most Korouhev	213,9	99	0,463
Most Třebovice	445,5	128	0,287
Most Ptáčov	472,9	108	0,228
Most Velké Meziříčí	498,6	123	0,247

Průměr hodnot	0,289
Medián	0,248
Interval hodnot	< 0,228 ; 0,463 >

Z tabulky pro výpočet ukazatele potřeby času na celkový objem konstrukce všech mostů vyšla průměrná hodnota potřeby ukazatele U_{ok} **0,289 den/m³** z intervalu hodnot **<0,228; 0,463>**.

Největší rychlost výstavby je vypočítána pro mostní objekt Ptáčov, to je zapříčiněno především **velkým objemem prací**, spočívajících v opevnění koryta a kamennou dlažbou pod mostem. Díky tomu poměrně narostl objem celkové konstrukce mostu.



Obrázek 19 - Graf ukazatele U_{op} . Zdroj: vlastní práce

Ze získaných hodnot je patné, že mostní objekty, které se nacházejí na horní hranici intervalu hodnot jako jsou mosty Drahoš nebo Korouhev mají menší celkový objem konstrukcí a plochu mostu. Z grafu, na kterém je znázorněná závislost objemu konstrukce a ukazatele U_{ok} je patné, že s přibývajícím velikostí mostu (celkovým objemem konstrukcí) se snižuje tento ukazatel a tím se **zrychluje celkové tempo** výstavby.

To je zapříčiněno také tím, že čím je stavba větší, tím více pracovníků a mechanizace firma, provádějící realizaci na tuto stavbu vyčlení. Díky většímu počtu pracovníků můžou i časově náročné práce jako je bednění nebo armování, probíhat rychleji. Dalším faktorem, který ovlivňuje rychlost výstavby je doba technologických přestávek. Ty jsou v podstatě velmi podobně dlouhé a celkový objem konstrukce na jejich délku nemá zásadní vliv.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo analyzovat časovou náročnost výstavby a identifikovat konstrukce, které se nejvíce na době výstavby podílejí. Pro analýzu časové náročnosti výstavby byly vybrány monolitické mostní objekty rámového typu, které byly posuzovány v několika rovinách.

První část práce se zabývá jednotlivými technologiemi výstavby mostních objektů a typy nosných konstrukcí mostů. Jsou zde také popsány jednotlivé části mostu a mostní názvosloví.

V druhé části práce jsou uvedeny metodiky pro výpočet jednotlivých ukazatelů a tempa výstavby pro mostní konstrukce, které posuzují časovou náročnost výstavby mostních objektů v několika rovinách. Ze stanovených ukazatelů jsou vypočítány průměrné hodnoty a ty jsou nadále analyzovány. Velká část práce spočívala ve vymyšlení co nejvíce přesných, avšak názorných ukazatelů časové náročnosti výstavby.

Z vypočítaných hodnot tempa výstavby a ukazatelů časové náročnosti je patrné, že se zvětšujícím objemem konstrukcí se prodlužuje celkový čas potřebný na výstavbu daného mostního objektu, avšak celková rychlost výstavby se zvyšuje. Se stále zrychlující se rychlostí výstavby mostních konstrukcí je kladen důraz především na precizní návaznost jednotlivých etap výstavby a organizaci na staveništi. Tomuto faktu předchází především pečlivé plánování a příprava zakázky před samotnou realizací stavby, kdy je nutné odhalit a odstranit chyby, které by mohly zapříčinit zdržení výstavby.

Veškeré vypočítané ukazatele a tempa výstavby by mohly stavebním firmám, zabývajícím se výstavbou mostních objektů pomoci při plánování zakázek, a tím zrychlit i celkovou dobu výstavby. Tyto ukazatele mohou také pomoci investorům v předinvestiční fázi projektu vytvořit si představu o předběžné délce výstavby nového mostního objektu podobného typu.

Ve své práci jsem využil poznatky získané studiem na této škole a chtěl bych se i nadále zabývat mostními konstrukcemi, protože výstavba nových mostních konstrukcí je v dnešní době velmi aktuální téma.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TICHÁ, Alena a Gabriela KOCOURKOVÁ. *Ekonomika práce ve stavebnictví: cvičení*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-720-4426-5.
- [2] Analýza a normování práce je pro velkou část českých firem stále aktuálnějším tématem [online]. 2017 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-cast-ceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>
- [3] ŠTŮSEK, Jaromír. Řízení provozu v logistických řetězcích. V Praze: C.H. Beck, 2007. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-534-6
- [4] Novák, Josef, ŠLAMPOVÁ, Pavlína. *Racionalizace výroby – učební text*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007
- [5] CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [6] TOMÁNKOVÁ, Jaroslava, Dana ČÁPOVÁ a Dana MĚŠŤANOVÁ. *Příprava a řízení staveb*. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04166-6.
- [7] NOVÝ, Martin, NOVÁKOVÁ, Jana, WALDHANS, Miloš. *Projektové řízení staveb I*. Brno: VUT FAST Brno, 2006.
- [8] NEČAS, Radim, Jan KOLÁČEK a Josef PANÁČEK. BL12 – Betonové mosty I: zásady navrhování. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2014. Studijní opory pro studijní programy s prezenční formou studia. ISBN 978-80-214-4979-4.
- [9] HRDOUŠEK, Vladislav a Vlastimil KUKAŇ. Betonové konstrukce a mosty: doplňkové skriptum. Vyd. 2. Praha: České vysoké učení technické, 1997. ISBN 80-010-1607-2.
- [10] ČSN 73 6200. Terminologie a třídění.
- [11] VÍTEK, Jan L. Mosty pro 4. ročník SPŠ stavebních. 2., přeprac. vyd. Praha: SNTL, 1978. Řada stavební literatury

- [12] HRDOUŠEK, Vladislav, Roman ŠAFÁŘ a Vlastimil KUKAŇ. Betonové mosty 10. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-010-2853-4
- [13] POKORNÝ, Jiří a Hynek ŠERTLER. Mosty. Pardubice.
- [14] Technické podmínky 258 - Mostní zábradlí. 2015.
- [15] Vojenské rozhledy – Mostní provizoria používaná na území ČR. Vojenské rozhledy – Aktuality [online]. Copyright © 1991 [cit. 19.04.2019]. Dostupné z: <https://vojenskerozhledy.cz/kategorie-clanku/technika-a-vyzbroj/mostni-provizoria>
- [16] POKORNÝ, Jiří a Vladimír SUCHÁNEK. Betonové mosty II. Pardubice.
- [17] STRÁNSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. Betonové mosty II: Studijní opora. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.
- [18] Letmá betonáž | VSL. VSL [online]. Copyright © VSL SYSTEMS [cit. 19.04.2019]. Dostupné z: <http://www.vsl.cz/letma-betonaz/>
- [19] Synchronizované zvedání mostních konstrukcí. Časopis SILNICE ŽELEZNICE – Rozvoj dopravní infrastruktury v České republice, na Slovensku i ve světě, moderní trendy, stavební postupy, používané materiály a technologie. [online]. Copyright © Copyright 2002 [cit. 19.04.2019]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/synchronizovane-zvedani-mostnich-konstrukci/>
- [20] Zvedání mostů s konstrukcemi PERI | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © JAGA GROUP, s. r. o. Všechna práva vyhrazena [cit. 19.04.2019]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/inzenyrske-stavby/mosty/zvedani-mostu-s-konstrukcemi-peri>
- [21] Systém hospodaření s mosty - VARS.cz. VARS.cz [online]. Copyright © 2019 VARS BRNO a.s. [cit. 19.04.2019]. Dostupné z: <http://www.vars.cz/system-hospodareni-s-mosty-bridge-management-system--sdruzeni-pontex-vars-viapont>
- [22] Znáte BMS – Bridge Management System? - VARS.cz. VARS.cz [online]. Copyright © 2019 VARS BRNO a.s. [cit. 19.04.2019]. Dostupné z: <http://www.vars.cz/znate-bms--bridge-management-system>

- [23] ČSN 73 6220. Zatížitelnost a evidence mostů pozemních komunikací
- [24] TICHÁ, MARKOVÁ, PUCHÝŘ: Ceny ve stavebnictví I, URS s.r.o. Brno, 1999
- [25] TICHÁ, MARKOVÁ, VYSTAVIL: Ceny ve stavebnictví II-vzorový rozpočet, URS s.r.o. Brno, 2000
- [26] TICHÁ A., MARKOVÁ L., PUCHÝŘ B., BOČKOVÁ K.: Costing and pricing in civil engineering, VUT FAST, CERM, s.r.o., 2002
- [27] ROUŠAR, Ivo. Projektové řízení technologických staveb. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2602-1.
- [28] Výsuv mostních konstrukcí | VSL. VSL [online]. Copyright © VSL SYSTEMS [cit. 15.05.2019]. Dostupné z: <http://www.vsl.cz/vysuv-mostnich-konstrukci/>
- [29] Bednění nosné konstrukce mostů | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architekta, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © JAGA GROUP, s. r. o. Všechna práva vyhrazena [cit. 15.05.2019]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/inzenyrske-stavby/mosty/bedneni-nosne-konstrukce-mostu>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Termínová listina. Zdroj: vlastní práce.....	17
Obrázek 2 - Řádkový harmonogram. Zdroj: vlastní práce	18
Obrázek 3 - Časoprostorový graf. Zdroj: vlastní práce	18
Obrázek 4 - Podélný řez mostem. Zdroj: vlastní práce.....	20
Obrázek 5 - Příčný řez mostem. Zdroj: vlastní práce	21
Obrázek 6 - Mostní názvosloví [8]	22
Obrázek 7 - Pevná skruž [29]	28
Obrázek 8 - Pomocná zvedací konstrukce. Zdroj: vlastní práce.....	30
Obrázek 9 - Detail zvedací tyče. Zdroj: vlastní práce.....	30
Obrázek 10 - Schéma výsuvu mostní konstrukce [28]	30
Obrázek 11 - Systém pro správu mostů CleveRA [21]	32
Obrázek 12 - Mostní list Albrechtice. Zdroj: vlastní práce	34
Obrázek 13 - Podélný řez mostem. Zdroj: vlastní práce.....	39
Obrázek 14 - Příčný řez mostem. Zdroj: vlastní práce	39
Obrázek 15 - Graf tempa výstavby. Zdroj: vlastní práce.....	50
Obrázek 16 - Řešení mostních říms Baliny. Zdroj: vlastní práce.....	51
Obrázek 17 - Řešení mostních říms Albrechtice. Zdroj: vlastní práce.....	51
Obrázek 18 - Graf časové náročnosti konstrukcí. Zdroj: vlastní práce	52
Obrázek 19 - Graf ukazatele U_{op} . Zdroj: vlastní práce	55

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Stavební části mostu. Zdroj: vlastní práce.....	41
Tabulka 2 - Hlavní konstrukční části mostu. Zdroj: vlastní práce.....	42
Tabulka 3 - Výpočet ukazatele U_{pm} . Zdroj: vlastní práce.....	44
Tabulka 4 - Výpočet ukazatel U_{pnk} . Zdroj: vlastní práce	45
Tabulka 5 - Vyhodnocení ukazatele U_{pnk} . Zdroj: vlastní práce	45
Tabulka 6 - Kategorie ukazatele U_{pm} . Zdroj: vlastní práce	46
Tabulka 7 - Vyhodnocení ukazatele U_{pnk} . Zdroj: vlastní práce	46
Tabulka 8 - Kategorie ukazatele U_{pnk} . Zdroj: vlastní práce	47
Tabulka 9 - Výpočet objemu stavebních částí mostu Albrechtice. Zdroj: vlastní práce.....	48

Tabulka 10 - Výpočet tempa výstavby. Zdroj: vlastní práce	49
Tabulka 11 - Tempo výstavby jednotlivých stavebních částí. Zdroj: vlastní práce	49
Tabulka 12 - Vyhodnocení tempa výstavby stavebních částí všech mostů. Zdroj: vlastní práce.....	50
Tabulka 13 - Objem stavebních částí mostu Albrechtice. Zdroj: vlastní práce	54
Tabulka 14 - Výpočet ukazatele U_{ok} . Zdroj: vlastní práce	54
Tabulka 15 - Vyhodnocení ukazatele U_{ok} . Zdroj: vlastní práce	55

SEZNAM ZKRATEK

U_{pm}	ukazatel potřeby času vztažen na plochu mostu
U_{pnk}	ukazatel potřeby času vztažený na plochu nosné konstrukce
U_{ok}	ukazatel potřeby času na celkový objem konstrukce
m^2	metr čtverečný
m^3	metr krychlový
ČSN	Česká státní norma
BMS	Bridge Management System

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Mostní listy